Lane Medical Library

STANFORD UNIVERSITY JUL 25 1939 LIBRARY

Aus dem Städtischen Schlachthof Gießen
Leiter: Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Kelle

1938

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration des Fischfleisches mittels des elektrometrischen Verfahrens und die Brauchbarkeit dieses Wertes für die Feststellung der Genußtauglichkeit von Fischen

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

veterinär-medizinischen Fakultät

der

Ludwigs-Universität zu Gießen

vorgelegt von

Norbert Freericks
Tierarzt aus Neuß.

Gießen

1938

Druckerei und Verlag wissenschaftlicher Werke Konrad Triltsch, Würzburg-Aumühle

Gedruckt mit Genehmigung der veterinär-medizinischen Fakultät zu Gießen.

1. Berichterstatter: Dozent Dr. habil. H. Keller.

2. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Standfuß.

Inhaltsübersicht.

A. Einleitung und Zielsetzung 1

B. Schrifttum 3

1. Die Zusammensetzung der Muskulatur und die postmortalen Veränderungen 3
2. Ebersche Probe und grobsinnliche Kennzeichen des Verdorbenseins .. 6
3. Die Wasserstoffionenkonzentration und über Methoden zu ihrer Feststellung 7
4. Angaben über die Wasserstoffionenkonzentration des Fischfleisches und die Brauchbarkeit dieses Wertes zur Feststellung der Fischfäulnis 8

C. Eigene Versuche:

1. Untersuchungsmaterial und Technik 13
2. Untersuchungen mit lebendfrischen Süßwasserfischen 14
3. Untersuchungen mit frischen bzw. blutfrischen Fischen 26
4. Untersuchungen von bereits verdorbenen Fischen 40
5. Untersuchungen von tiefgefrorenen Fischen 43

D. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse 48

E. Schlußsätze 50

F. Schrifttumverzeichnis 51

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154009_0236

A. Einleitung und Zielsetzung.

Der Fisch spielt als Nahrungsmittel eine wichtige Rolle. Im Rahmen der Erzeugungsschlacht soll in Deutschland noch eine Ausweitung des Fischverzehrs angestrebt werden. Eine Ausweitung auf dem Fischmarkte kann sich aber nur dann mit Erfolg durchsetzen, wenn die Garantie gegeben ist, daß nur frische und einwandfreie Ware in die Hände des Käufers kommt. Geschmack und Genußwert dürfen keinesfalls nachteilig beeinflußt sein. Schaden für die Gesundheit des Menschen muß selbstverständlich vermieden werden. Ein verdorbener, fauler Fisch kann aber Gesundheitsschädigungen hervorrufen, finden sich doch nach Raebiger (27) in zersetzten Fischen zahlreiche Mikroorganismen verschiedenster Art, die unter Umständen zu bakteriellen Lebensmittelvergiftungen führen können, genau wie eine Zersetzung beim Fleisch der schlachtbaren Haustiere. „Gefährlich ist ein durch die Zersetzung entstehendes Ptomain, das eine dem Botulismus ähnliche Krankheit erzeugt, den Ichthyoismus neurotikus, eine von Lähmungserscheinungen begleitete Nervenerkrankung" Wundram-Schönberg (33).

Da Fischfleisch noch schneller als anderes Fleisch in Zersetzung übergeht, ist ein Verfahren, das schnell und sicher ein Vorhandensein von Fäulnis ansagt, unbedingt erforderlich. Bei der Untersuchung auf Tauglichkeit bezw. auf Verdorbensein kann eine grobsinnliche Untersuchung nur bereits eingetretene Fäulnis ermitteln. Zur sicheren, frühzeitigen und objektiven Beurteilung müssen deshalb andere Untersuchungsmethoden angewandt werden. Zusätzliche, wissenschaftliche Untersuchungen des Fischfleisches, wie sie etwa beim Rind- oder Schweinefleisch Verwendung finden — wie Ebersche Probe und ähnliche — führten nicht zum erhofften Erfolg. Im Jahre 1928 führte Andrejewski (1) die Messung der Wasserstoffionenkonzentration zur Beurteilung der Haltbarkeit des Fleisches der schlachtbaren Haustiere ein. Eine Reihe von Autoren wiesen in der folgenden Zeit auf Grund von Versuchen auf die Brauchbarkeit dieses Verfahrens hin. (Van Oyen (24), Herzner und Mann (11), Makaritscheff (20)). Es lag deshalb nahe, Versuche über die Brauch-

barkeit der Wasserstoffionenmessung für die Untersuchung des Fischfleisches anzustellen. Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration im Fischfleisch liegen im Schrifttum bereits von Hintersatz (12), Poluektoff (25) und Schlie (28) vor. Ihre Ergebnisse sind aber zum Teil verschieden und selbst widersprechend. Da alle diese Autoren die nicht ganz zuverlässigen, ungenauen kolorimetrischen Methoden — entweder die Methode nach Michaelis-Walpole oder den Merckschen Universalindikator — benutzten, wurde mir von Herrn Dozent Dr. habil. Keller die Aufgabe gestellt, nochmals eingehende Untersuchungen über den pH-Wert des Fischfleisches nach der elektrometrischen Methode, und zwar mit dem Ionometer nach Lautenschläger anzustellen und die Brauchbarkeit dieses Wertes zur Feststellung der Genußtauglichkeit von Fischen zu prüfen.

B. Schrifttum.

1. Die Zusammensetzung der Muskulatur und die postmortalen Veränderungen.

Was vom Fisch zur Ernährung verwendet wird, ist größtenteils die Muskulatur. Sie besitzt nach Fuhrmann (9) in der Regel eine weiße Farbe, die höchstens blaß gefärbt sein kann. Eine Ausnahme hiervon bildet die Muskulatur des Lachses, des Störs und des Karpfens. Hier zeigt das Muskelfleisch eine Rosafarbe. Der Wassergehalt des Fischfleisches liegt etwas höher als der der schlachtbaren Haustiere. Nach Möller-Rievel (22) beträgt er etwa im Durchschnitt 60—80 %. Die Stickstoffsubstanzen schwanken zwischen 15 und 20 %. Eine größere Schwankung weist der Fettgehalt auf. Man trennt hier zwischen fettarmen und fettreichen Fischen. Zu den fettreichen Fischen gehören der Lachs mit 10,7 %, der Hering mit 8,47 %, der Karpfen mit 7,04 %, die Makrele mit 8,08 %, der Aal mit 28,0 % Fett. Fettarme Fische sind der Schellfisch mit 0,26 %, der Kabeljau mit 0,30 %, die Scholle mit 1,92 % Fett. Kohlehydrate kommen im Fischfleisch nicht vor.

Nach dem Tode unterliegt das Warmblüterfleisch der Totenstarre, die darauf beruht, daß nach dem Tode intrazelluläre Enzyme noch eine Zeit lang ihre Tätigkeit fortsetzen. Es kommt zur Umwandlung von Glykogen zu Milchsäure, die das Muskeleiweiß zur Quellung bringt. Mit diesen Erscheinungen geht eine Säuerung des Fleisches Hand in Hand. Überproduktion von Milchsäure löst die Starre wieder; infolge Aufhebung der Quellung wird das Fleisch nun weicher, mürber und schmackhafter. Dieser autolytische Vorgang wird als Reifung des Fleisches bezeichnet.

Spielt sich dieser Vorgang auch im Fischfleisch ab? Auch im Fischfleisch geht eine Totenstarre vor sich, die aber hinsichtlich des Eintrittes und der Dauer großen Schwankungen unterlegen ist. Nach Schlie (28) ist die Starre abhängig vom Lebenszustand des Fisches unmittelbar vor dem Tode, von der Einwirkung von Muskelarbeit, von Streckung und Biegung und von der Temperatur. Junge Fische

erstarren schneller als alte, langsam sterbende schneller als getötete (Schönberg (33)). Auch die einzelnen Fischarten weisen in bezug auf den Eintritt und die Dauer der Starre merkliche Unterschiede auf. Bongert (6) sagt, daß Karpfen und Schleie sehr spät der Starre unterliegen. Die Starre des Fischmuskels muß, da im Fischfleisch keine Kohlehydrate vorkommen, aus anderen Ursachen sich entwickeln. Lehr (17) gibt an, daß Fischfleisch und Fleisch der schlachtbaren Haustiere hinsichtlich ihrer Säuerung ähnliche Verhältnisse zeigen, so daß angenommen werden kann, daß auch in der Muskulatur der Fische die Säure an Eiweiß gebunden ist und dadurch die Totenstarre verursacht. Schlie (28) bezeichnet die Totenstarre der Fische als starreähnlich, sie ähnelt ihrem Charakter nach manchmal einer Zusammenziehung der Muskulatur, manchmal einer Art Gerinnung, die er als Fixierung des Muskels in einer willkürlichen Lage bezeichnet. Die Starre beginnt wie bei den Warmblütern am Kopf und endet am Schwanz. Kennzeichen der Starre sind Unbeweglichkeit des Unterkiefers und des Kiemendeckels, Säuerung des Muskelfleisches. Der Eintritt der Starre erfolgt nach Schlie (28) kurz nach erreichtem Säuremaximum und die Lösung erfolgt, wenn der pH-Wert die Neutralgrenze erreicht.

Die postmortalen Veränderungen verlaufen im Fischfleisch auf wesentlich anderer Grundlage als im Warmblüterfleisch. Noch bis vor wenigen Jahren war man der Ansicht, daß auch das Fischfleisch eine autolytische Reifung durchmache, die allerdings im Gegensatz zum Warmblüterfleisch den Fisch zu einem minderwertigen Erzeugnis macht. Man erklärte sich mit Hilfe dieser Hypothese das Weichwerden der Muskulatur und das Auftreten der unangenehmen Geruchs- und Geschmacksstoffe. (Müller (23), Bischoff (4)). Erst 1930 stellte Schönberg (30) fest, daß es eine sogenannte chemische Autolyse bei Fischen nicht gibt. An Hand seiner Untersuchungen weist er Bakterien als Urheber dieser postmortalen Veränderungen nach. Diese Bakterien unterscheiden sich allerdings von den gewöhnlichen Fäulniserregern dadurch, daß sie psychrophil sind. Ihr optimales Wachstum liegt bei 15—20° C. Nach einem Auszug aus dem Jahresbericht 1933 des englischen Lebensmittelforschungsinstituts in Cambridge (14) zeigen diese Bakterien sogar noch Vermehrung bei einer Temperatur von —2° bis —3° C. Zu diesen Bakterien gehören das Bakterium fluorescens liquefaciens, das Bakterium flavum, das Bakterium phosphorescens; es sind bewegliche, gramnegative Stäbchen. Kayser (16) stellte 1937 ebenfalls Untersuchungen über die bakterielle Zersetzung der Fische an. Neben den von Schön-

berg (31) beschriebenen Wasserbakterien züchtete er den Stamm X heraus, ein Bakterium von unregelmäßiger Form, charakterisiert durch seine unterbrochene Färbung. Von den Wasserbakterien unterscheidet es sich dadurch, daß seine Beweglichkeit gering ist oder gar fehlt. Dieser Stamm X tritt nach anfänglicher Keimfreiheit zuerst in der Fischmuskulatur auf. Bei zunehmender Zersetzung schwindet der Stamm X immer mehr, bis schließlich die Wasserbakterien allein anzutreffen sind. Nach Schönberg (32) handelt es sich bei dem Stamm X um einen Stamm der Photo- oder Leuchtbakterien.

Daß es Bakterien sind, die das Weichwerden der Muskulatur und die unangenehmen Gerüche hervorrufen, beweist Schönberg (30) auch dadurch, daß nach dem Abspülen der Fischoberfläche mit Wasser die unangenehmen Gerüche sich vermindern oder gar verschwinden, was bei einer rein autolytischen Veränderung, wobei der Prozeß direkt innerhalb der Muskelsubstanz verläuft, nie eintreten kann. Ob die psychrophilen Bakterien allein die postmortalen Veränderungen hervorrufen, ist nach Lehr (17) noch nicht restlos geklärt.

Gleich nach dem Tode ist der Fischmuskel frei von Bakterien (Schönberg (31), Möller-Rievel (22), Becker (2), Kayser (16)). Es dringen dann aber sehr schnell Bakterien in die Muskulatur ein. Fascien, wie sie im Warmblüterfleisch vorkommen, finden sich beim Fisch nicht, und so ist ein leichtes Eindringen von Bakterien in die Muskulatur möglich. Ein schnelles Wachstum der Bakterien ruft dann die baldige Fäulnis hervor.

Eine weitere Frage ist noch zu erwähnen: Hemmt das Gefrieren die postmortalen Vorgänge? Es ist bekannt, daß gefrorenes Fleisch lange haltbar ist. Auch das Einfrieren der Fische ermöglicht eine längere Haltbarkeit; denn das Gefrieren beeinflußt in erster Linie das Wachstum der Bakterien. Bei einer Temperatur von — 8° bis — 10° C ist ein Wachstum nicht mehr möglich. Aber auch die chemofermentativen Vorgänge werden in hohem Maße von der Temperatur beeinflußt. Je tiefer die Temperatur sinkt, um so verzögerter gehen die autolytischen Vorgänge vor sich (Kallert (13)). Ist ein bestimmter Temperaturpunkt erreicht, können diese Vorgänge ganz daniederliegen. Es kommt zum Stillstand des autolytischen Prozesses. Kallert (13) hat durch Versuche, die er mit Rindfleisch anstellte, bewiesen, daß durch Einfrieren die Reifung des Fleisches völlig unterbrochen war. Gleich nach dem Auftauen setzten die autolytischen Vorgänge jedoch wieder ein. Inwieweit ein Einfrieren die fermentativen Vorgänge im Fischfleisch beeinflussen kann, darüber ist nichts bekannt.

2. Ebersche Probe und grobsinnliche Kennzeichen des Verdorbenseins.

Bei der Fischkontrolle auf Verdorbensein hat sich die von Andrejewski (1) für Fleisch angegebene Methode der Wasserstoffionenmessung auf Grund der Untersuchungen von Poluektoff (25) nicht bewährt. Auch Ferweda (7) gibt an, daß die Methode von Andrejewski (1), wie sie heute in der Fleischkontrolle Verwendung findet, sich für die Beurteilung von Fischen als unzuverlässig erwiesen hat. Über die Ebersche Probe wird übereinstimmend im Schrifttum berichtet, daß sie zur Erkennung des Fäulniseintrittes durchaus nicht brauchbar ist. Nach Bongert (6) ist die Ebersche Probe selbst bei hochgradig faulen Fischen auffallend unregelmäßig. Sie gibt bei beginnender Fäulnis in den meisten Fällen überhaupt keine positive Reaktion. Nach Weichel (35) läßt die Ebersche Probe den Untersucher ganz im Stich, sie fällt zwar bei den nicht zubereiteten faulen Fischen immer positiv aus, aber man bekommt das gleiche Ergebnis auch bei den meisten durchaus einwandfreien Süßwasserfischen und Seefischen. Möller-Rievel (22) dagegen geben die Ebersche Probe als ein gutes Hilfsmittel zur Feststellung der Fischfäulnis an.

So ist man heute in der Fischkontrolle noch immer auf die grobsinnliche Untersuchung angewiesen. Um sich ein Urteil über die Genußtauglichkeit von Fischen bilden zu können, ist die Kenntnis ihrer Fäulniserscheinungen Voraussetzung. Da sie in den später dargelegten Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration als Kontrolle für den Fäulniseintritt dienen, soll hier auf die Kennzeichen der Fäulnis eingegangen werden. Nach Becker (2) beginnt die Fäulnis auf der Haut und fast gleichzeitig an den Kiemen und auf dem Bauchfell. Von hier schreitet sie weiter fort auf die Eingeweide, Augen, Kopf, Rumpf- und Schwanzmuskulatur. Farbveränderungen beginnen an den Kiemen durchschnittlich schon am 2. Tag, Veränderungen an der Kopfmuskulatur am 4. bis 5. Tag, am Rumpf und Schwanz am 5. bis 6. Tag. Allgemein bestehen die grobsinnlichen Erscheinungen in Farb-, Geruch- und Konsistenzänderungen. Die ursprünglich kirschrote Farbe der Kiemen wird schmutzigrot bis graurot. Die Konsistenz der Muskulatur ändert sich vom Kopf zum Schwanz hin. Sie ist ursprünglich fest, Fingereindrücke gleichen sich aus. Bei zunehmender Fäulnis bleiben die Fingereindrücke bestehen. Die Muskulatur wird dann teigig, weich, mürbe und schmierig. Die Konsistenzprüfung ist allerdings bei Seefischen nicht immer maßgebend (Schönberg) (33). Durch Eispackung und Transport kann ein Brüchigwerden bei

Seefischen eintreten, ohne daß Fäulniserscheinungen vorhanden sind. Kennzeichnend für die Fäulnis ist auch der Geruch. Geringgradiger, kaum wahrnehmbarer Geruch wird fischig, geht bald in einen stechenden fischigen Geruch über und dieser wird bei Fäulniszunahme unangenehm faulig und stinkend (Becker (2)). Einfallen der Augen, Trübung der Kornea und der Linse sind ebenfalls wichtige Erkennungsmerkmale beginnender Fäulnis. Mit Eintreten der Fäulnis lassen sich die sonst festsitzenden Schuppen leicht lösen. Die Körperoberfläche frischer Fische besitzt einen grauen, zähen, schleimigen Überzug, der sich langsam mit fortschreitender Fäulnis, zunächst an den Augen und am Flossenursprung, dann an dem ganzen Körper in einen gelben, schmierigen Belag verwandelt. Die Eingeweide zerfließen im Verlaufe der Fäulnis zu einer nicht differenzierbaren Masse. Diese Erscheinungen werden auch von Bongert (6), Weichel (35), Postolka (26), Möller-Rievel (22) beschrieben. Schwierigkeiten bereitet die Beurteilung, wenn es sich um kopflose Fische handelt, oder wenn es gilt, zubereitete, entgrätete Fischstücke, die als Fischfilet verkauft werden, auf ihre Genußtauglichkeit zu prüfen. Aus diesem Grunde ist danach zu trachten, eine Methode zu finden, die in jedem Fall ein objektives Urteil ermöglicht.

3. Die Wasserstoffionenkonzentration und über Methoden zu ihrer Feststellung.

Unter der Wasserstoffionenkonzentration versteht man das Verhältnis der Wasserstoffionen und der Hydroxylionen zueinander, das bei neutraler Reaktion gleich ist. Nach Sörensen bezeichnet man es als Wasserstoffexponent —pH und versteht darunter die Wasserstoffzahl als Exponent der entsprechenden Potenz von 10. Die Feststellung des pH-Wertes erfolgt mit den verschiedensten Methoden. Bei der Feststellung des pH-Wertes mittels der Indikatorenmethode benutzt man Farbstoffe, die bei einem bestimmten pH-Werte eine ganz bestimmte Farbe anzeigen. Merck brachte einen Universalindikator mit einer Farbenskala heraus, wonach pH-Werte von 4,0 bis 8,0 bestimmt werden können. Am meisten benutzt ist die kolorimetrische Methode nach Michaelis-Walpole. Außer der kolorimetrischen Methode ist für besonders genaue Messungen die elektrometrische Methode in Anwendung. Hiernach arbeitet das Azidimeter nach Trenel und das Ionometer nach Lautenschläger mit einer Genauigkeit von 0,02 pH.

4. Angaben über die Wasserstoffionenkonzentration im Fischfleisch und die Brauchbarkeit dieses Wertes zur Feststellung der Fischfäulnis.

Möller-Rievel (22) geben auf Grund eigener Versuche, die sie mit Lackmuspapier anstellten, an, daß die Reaktion des Fischfleisches stets alkalisch ist; nach dem Tode nimmt es nicht wie das Fleisch der schlachtbaren Haustiere eine saure Reaktion an. Für die Feststellung der beginnenden Fäulnis ist nach diesen Autoren der Reaktion des Fischfleisches kein Wert beizulegen. Nach Weiß (zitiert nach Postolka (26)) reagiert nach Versuchen mit Phenolphtalein als Indikator die Muskulatur frischer Fische sauer, selten neutral. Der totenstarre Fischmuskel reagiert stärker sauer; den höchsten Säuregrad weist der faule Fischmuskel auf.

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration des Fischfleisches werden zuerst von Hintersatz (12) angestellt, um zu prüfen, ob der pH-Wert zur Fäulnisdiagnose herangezogen werden kann. Mittels der kolorimetrischen Methode nach Michaelis-Walpole und im Vergleich dazu mit dem Universalindikator von Merck untersucht er 20 Süßwasserfische, darunter 7 lebendfrische Fische, die unmittelbar nach der Tötung zur Untersuchung kommen (Plötze, Schleie, Karpfen), zwei blutfrische Fische (als blutfrisch werden die Fische bezeichnet, die beim Ausschlachten noch eine rote Blutfarbe erkennen lassen) und 11 Fische mit mehr oder weniger starken Zersetzungserscheinungen (Karpfen, Hecht, Plötze). Ferner untersucht er 30 Seefische, und zwar 8 blutfrische Fische und 22 Fische, die verschiedene Zersetzungsgrade aufweisen. Er benutzt 10 Gramm Muskulatur, aus der möglich tiefsten Muskelschicht entnommen, schüttelt diese 10 Gramm Muskulatur mit 100 ccm Aq. dest. durch und bewahrt sie dann 30 Minuten im Eisschrank auf, hierauf filtriert er und stellt dann die pH-Untersuchungen an. Das Fischmaterial wird für die Dauer des Versuches im Eisschrank bei + 4 ° C aufbewahrt.

Bei der ersten Gruppe — lebendfrische Fische — reagiert das Fischfleisch gleich nach der Tötung schwach sauer. Mit zunehmender Säuerung beginnt die Totenstarre. Nach 24 Stunden hat die Säuerung ihr Maximum mit einem pH-Wert von 6,58 erreicht. Nach dieser Zeit steigen die pH-Werte rasch an und nach 27 Stunden ist mit einem pH-Wert von 7,05 die Neutralgrenze erreicht. Dieser Wert bleibt einen Tag bestehen. Eine nach 72 Stunden vorgenommene Untersuchung ergibt einen pH-Wert von 7,2. In der Zeit 24 bis 48 Stunden zeigt die Oberfläche einen grauen, leicht riechenden Schleim, die Kornea wird trübe, die Augen fallen ein, die Kiemen

verlieren ihre schöne, frische Farbe und verkleben. Die rasch fortschreitende Fäulnis ist nach den Feststellungen von Hintersatz (12) auf die alkalische Reaktion, die das Bakterienwachstum sehr begünstigt, zurückzuführen. Hintersatz (12) weist im Gegensatz zu Möller-Rievel (22) nach, daß auch das Fischfleisch eine Säuerung eingeht.

Versuchsergebnisse von Hintersatz (12) für lebendfrische Fische:

Sofort nach der Tötung:	pH = 6,9	
nach 24 Stunden:	pH = 6,58	(Säuremaximum)
nach 27 Stunden:	pH = 6,89	
nach 42 Stunden:	pH = 7,02	
nach 72 Stunden:	pH = 7,20	

Die Fische der 2. Gruppe — blutfrische Fische — zeigen bei Beginn der Untersuchungen einen pH-Wert von 6,76; nach 24 Stunden steigt er auf 6,98 an und nach 48 Stunden ist die Neutralgrenze schon überschritten mit einem pH-Wert von 7,12. Die Alkalität steigt weiter und nach 168 Stunden ist ein pH-Wert von 7,8 erreicht. Von der 24. Stunde ab beginnen die Fäulniserscheinungen. Der Schleim auf der Körperoberfläche wird graugelb, die Kornea trübt sich, und die Kiemen werden schmutzig grau.

Die 3. Gruppe — Fische mit Zersetzungserscheinungen — weist schon bei Beginn der Untersuchungen einen pH-Wert von 7,15 auf, der nach 96 Stunden auf 7,8 ansteigt. Schon makroskopisch zeigen diese Fische bei Beginn Fäulniserscheinungen. Im Verlaufe der Untersuchungen nehmen die Fäulniserscheinungen an Intensität zu. Ein Vergleich zwischen Süßwasser- und Seefischen der blutfrischen Gruppe weist ein ziemlich übereinstimmendes Ergebnis auf. Beim Vergleich der zersetzten Süßwasserfische mit Seefischen tritt ein erheblicher Unterschied auf. Süßwasserfische zeigen bei der ersten Untersuchung einen pH-Wert von 6,85, während die Seefische mit einem pH-Wert von 7,3 beginnen. Die Frage, ob der pH-Wert zur Feststellung der Fäulnis zu verwenden ist, beantwortet Hintersatz (12) zusammenfassend in seinen Untersuchungsergebnissen wie folgt:

„Die Messung der pH-Zahl im Fischfleisch gibt keine genauen Anhaltspunkte für den Grad der Zersetzung des Fisches. Bei Fischen läßt sich die Fäulnis organoleptisch eher nachweisen, als es durch die Feststellung des pH-Wertes geschehen kann. Die pH-Zahl im Fischfleisch kann die grobsinnliche Untersuchung und die bakteriologische Untersuchung lediglich unterstützen. Allein kommt dieser Untersuchungsmethode ihrer Inkonstanz wegen keine Bedeutung zu."

Einen ähnlichen Verlauf der pH-Kurven beobachtet Schlie (28). Die Aufbewahrungstemperatur beträgt + 5 ° C. Wie bei den Untersuchungen von Hintersatz (12) weist die Fischmuskulatur von lebendfrischen Fischen gleich nach dem Tode eine schwach saure Reaktion auf. Schon in der 5. bis 10. Stunde nach der Tötung wird das Säuremaximum mit einem pH-Wert von 6,5 erreicht. Im Verlaufe von 3 bis 4 Tagen geht die saure Reaktion langsam zurück und erreicht die Neutralgrenze erst etwa am 4. Tag, wobei gleichzeitig die Lösung der Totenstarre eintritt. Am 4. Tage bei einem pH-Werte von 7,1 kommen die Fische zur Auktion. Es liegt demnach nach Schlie (28) der pH-Wert des Fischfleisches solange unter 7,0, wie die Totenstarre dauert. Die Zersetzung wird infolge der Säuerung während der Totenstarre aufgehalten, während sich nach der Lösung der Starre und der dann vorhandenen alkalischen Reaktion der Zersetzungsvorgang schnell entwickeln kann, da sich die Bakterien auf alkalischem Nährboden rasch vermehren.

Vergleicht man die Versuchergebnisse von Hintersatz (12) und Schlie (28) hinsichtlich des pH-Wertes lebendfrischer Fische miteinander, so zeigt die Fischmuskulatur nach den Untersuchungen von Hintersatz (12) trotz gleicher Aufbewahrungstemperatur schon nach 42 Stunden eine alkalische Reaktion, während nach den Untersuchungen von Schlie (28) erst am 3. bis 4. Tag eine alkalische Reaktion eintritt. Aus weiteren Untersuchungen von Schlie (28) geht hervor, daß sich die pH-Werte durch gewisse Einflüsse ändern können. In einem Versuch, bei welchem er die Einwirkung des Hin- und Herbewegens eines Fisches während der Totenstarre untersucht, tritt bei einem stark bewegten Fisch schon am 3. Tag ein pH-Wert von 6,9 auf, während der nicht bewegte Fisch gleicher Tötungszeit zur selben Stunde einen pH-Wert von 6,5 besitzt. Bei einer anderen Untersuchung zeigt ein bewegter Fisch am 6. Tag den pH-Wert 7,1, ein gleich alter Fisch, der während seiner Lagerzeit keiner Berührung ausgesetzt war, den pH-Wert 6,7. Bewegung bewirkt also eine schnellere Lösung der Totenstarre und ruft frühere alkalische Reaktion hervor und damit gleichlaufend eine frühere Zersetzung. Die gleiche pH-Kurve, welche sich bei der Lagerung von Fischen bei niederer Temperatur ergibt, wird auch bei höherer Aufbewahrungstemperatur festgestellt. Der einzige Unterschied besteht lediglich darin, daß die pH-Kurve für Fische mit höherer Lagerungstemperatur eine zeitliche Zusammendrängung aufweist.

Nach den Untersuchungen von Schlie (28) kann hinsichtlich der Brauchbarkeit der Wasserstoffionenkonzentration für die Tauglich-

keitsbestimmung von Fischen gefolgert werden, daß ein Fisch, der eine neutrale oder schwach alkalische Reaktion aufweist, die Grenze der Genußtauglichkeit erreicht hat. Ein solcher Fisch ist unmittelbar zu verwenden. Stärkere alkalische Reaktion macht den Fisch zu einem untauglichen Nahrungsmittel.

Neben den Untersuchungen von Hintersatz (12) und Schlie (28) stehen die Versuche von Poluektoff (25). Poluektoff (25) verwendet zu seinen Versuchen Hechte, Plötzen, Forellen und Bleie, die er in lebendem Zustande erworben hat. Die Versuche erstrecken sich vom Augenblick des Todes bis zur stärksten Zersetzung. Während dieser Zeit sind die Fische einer Aufbewahrungstemperatur von + 15 ° C ausgesetzt. Zur Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration wird die kolorimetrische Methode mit Hilfe des Apparates von Michaelis-Walpole benutzt. Aus den Untersuchungen von Poluektoff (25) ergibt sich, daß ein frisch getöteter Fisch, wie auch die oben erwähnten Autoren angeben, eine schwach sauere Reaktion aufweist. Im Gegensatz zu Hintersatz (12) und Schlie (28) kann Poluektoff (25) im Verlaufe der zwei nächsten Tage keine Veränderung der Reaktion feststellen. Eine Säuerung oder eine mit einer Säuerung einhergehende Totenstarre kann er nicht beobachten. Am 3. und 4. Tage geht dann allmählich die schwach sauere Reaktion in eine schwach alkalische über. Die gefundenen Durchschnittswerte gehen aus folgender Zusammenstellung hervor:

1. Tag pH = 6,6—6,8
2. Tag pH = 6,6—6,8
3. Tag pH = 6,8—6,9
4. Tag pH = 6,9—7,2
5. Tag pH = 7,2—7,3.

Die organoleptischen Befunde während dieser Zeit gehen aus folgender Zusammenstellung hervor:

1. Tag: Schuppen glänzend, Kornea durchsichtig, Kiemen rot, Geruch frisch.

2. Tag: Veränderungen unbedeutend.

3.—6. Tag: Obere Fläche trocken, untere mit gelbem Schleim bedeckt, Augen eingefallen, Kornea trübe, Kiemen schmutziggrau, mit Schleim bedeckt, Fäulnisgeruch, als Nahrungsmittel unbrauchbar.

Poluektoff (25) kann auf Grund seiner Untersuchungen pH-Durchschnittswerte für die einzelnen Qualitätsgrade angeben. Danach besitzt ein lebendfrischer Fisch einen pH-Wert von 6,6—6,8.

Die Güte eines Fisches wird zweifelhaft, wenn das Fleisch einen pH-Wert von 6,9 anzeigt. pH-Werte von 6,9—7,2 weisen auf Verdorbensein hin. Poluektoff (25) sieht also, wie Andrejewski (1) für das Warmblüterfleisch, die pH-Untersuchungen des Fischfleisches als brauchbare Methode zum frühzeitigen Erkennen der Fäulnis an.

C. Eigene Versuche.

Untersuchungsmaterial und Technik.

Zu den nachfolgenden Versuchen wurden Süßwasser- und Seefische verwandt. Die Süßwasserfische stammten, teils mit dem Netz gefangen, aus der Lahn, teils aus einem Gießener Fischgeschäft, in welchem die Fische in einem Aquarium gelebt hatten. Im ganzen wurden 13 Süßwasserfische untersucht, die sich aus Plötzen, Schleien, Karpfen, Weißfischen, Flußbarschen zusammensetzten. 15 Seefische wurden von einem Gießener Fischgeschäft bezogen und stammten aus frischen Fischtransporten. Es handelte sich um 2 Heringe, 3 Schellfische, 2 Wittlinge, 2 Rotbarsche, 2 Schollen, 2 Makrelen, 1 Kabeljau und 1 Seehase. Der Seehase und 2 Schellfische zeigten schon Fäulniserscheinungen, als sie erworben wurden.

Gleich nach der ersten Untersuchung wurden die Fische im Kühlhaus des Gießener Schlachthofes in Kisten auf Eis gelagert. Die Raumtemperatur betrug durchschnittlich + 3 bis + 4° C. Ein Fisch wurde bei einer Zimmertemperatur von + 18° C aufbewahrt. Eine Gruppe Fische wurde zu einer besonderen Untersuchung bei einer Temperatur von — 8 bis — 12° C in einem Gefrierschrank, der der Ammoniakleitung angeschlossen war, aufbewahrt.

Die zu untersuchenden Fische wurden in 4 Gruppen eingeteilt. Zur 1. Gruppe gehörten die lebendfrischen Fische, die lebend erworben und unmittelbar nach der Tötung untersucht wurden. In die 2. Gruppe wurden die frischen bezw. die blutfrischen Fische eingeordnet. Als blutfrisch wurde ein Fisch bezeichnet, der beim Anschneiden noch eine rote Blutfarbe erkennen ließ, als frisch, diejenigen Fische, die trotz Transport und Aufbewahrung keinerlei Spuren von Zersetzungserscheinungen auf der äußeren Haut zeigten. Der 3. Gruppe wurden die Fische zugezählt, die schon in Zersetzung übergegangen waren, und schließlich zur 4. Gruppe gehörten die Fische, die bei einer Gefriertemperatur von — 8 bis — 12° C aufbewahrt wurden. Die lebendfrischen Fische wurden am ersten Tage mehrmals auf ihre Wasserstoffionenkonzentration untersucht. An den folgenden Tagen erfolgte wie auch bei den frischen bezw. blutfrischen

Fischen täglich nur eine Untersuchung. Bei jeder pH-Untersuchung wurden die grobsinnlichen Befunde genau notiert. Die Ebersche Probe wurde regelmäßig vorgenommen, wenn man sie auch nicht für die Beurteilung der Tauglichkeit heranziehen konnte. Hin und wieder wurden einige Agarplattenkulturen angelegt und bei 20° C aufbewahrt.

Zur pH-Untersuchung wurde nach Entfernung der Haut aus der Tiefe der Muskulatur ein Fleischstück entnommen, und hiervon ein Schüttelextrakt nach den Angaben von Keller (15) hergestellt. Zwei Gramm Muskulatur wurden abgewogen, auf einem glattgehobelten Eichenholzblock mit einem Messer fein zerhackt, sodann in einem Erlenmeyerkolben mit 200 ccm Aq. dest. überschüttet und dann 30 Sekunden lang intensiv geschüttelt, indem das Erlenmeyerkölbchen mit dem Daumen fest verschlossen wurde. Sobald sich die Muskelstückchen abgesetzt hatten, wurde der Extrakt durch Hartfilterpapier gefiltert und der pH-Wert mittels des Ionometers nach Lautenschläger festgestellt. Die pH-Untersuchung ließ sich nach dieser Methode in wenigen Minuten durchführen.

2. Untersuchungen mit lebendfrischen Süßwasserfischen.

Gruppe 1. Versuche 1—9.

Versuch Nr. 1.

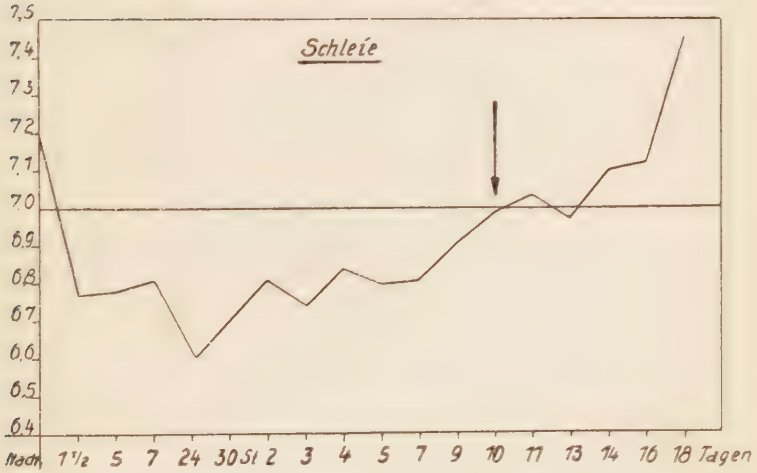
Fischmaterial: Schleie, am 23. Februar 1937, morgens 9 Uhr, lebend gekauft, sofort getötet, anschließend 9.30 Uhr erste pH-Untersuchung.

Aufbewahrungsbedingung: Im Pökelkeller des Gießener Schlachthofes bei + 3° C auf Eis gelagert.

Sofort nach der Tötung	pH = 7,20	
nach 1½ Stunden	pH = 6,77	
„ 5 „	pH = 6,78	
„ 7 „	pH = 6,81	
„ 24 „	pH = 6,62	(Säuremaximum)
„ 30 „	pH = 6,70	
„ 2 Tagen	pH = 6,81	
„ 5 „	pH = 6,80	
„ 3 „	pH = 6,74	— Kiemen braunrot verfärbt,
„ 4 „	pH = 6,84	
„ 7 „	pH = 6,81	— Augen stark eingefallen, Kiemen schmutzig-braunrot,

nach 9 Tagen	pH = 6,91 —	beginnende Korneatrübung,
„ 10 „	pH = 6,99 —	Kornea getrübt, leicht stechender Geruch,
„ 11 „	pH = 7,03	
„ 13 „	pH = 6,97 —	Hautoberfläche mit graugelbem Belag bedeckt,
„ 14 „	pH = 7,10	
„ 16 „	pH = 7,12 —	Muskulatur breiartig weich, stinkender Geruch,
„ 18 „	pH = 7,45 —	hochgradig stinkender Geruch, Kiemen und Oberfläche vollständig mit einer gelben schmierigen Masse bedeckt.

Hierzu nachstehende Kurve Nr. 1.



Kurve Nr. 1 — Schleie.

Versuchsergebnis:

Der Ausgangs-pH-Wert ist 7,20.

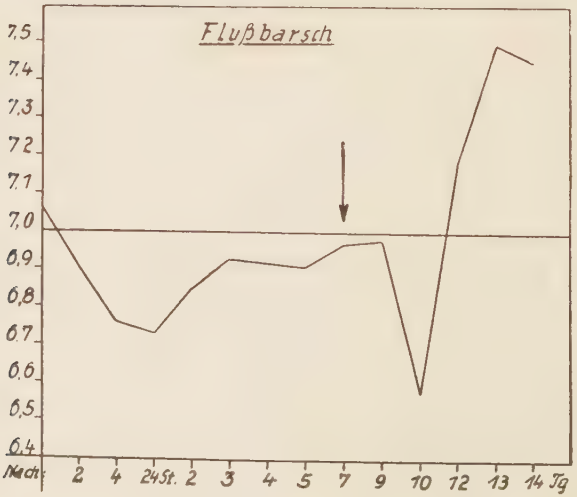
Das Säuremaximum liegt nach 24 Stunden mit dem pH-Wert von 6,62 vor. Die Genußtauglichkeit nach der grobsinnlichen Feststellung reicht bis zum 10. Tage. Am 10. Tage besitzt die Muskulatur den pH-Wert von 6,99. Vom 11. Tage ab schreitet die Zersetzung schnell fort. Wie der Versuch zeigt, tritt nach eingetretener alkalischer Reaktion an einem Tage nochmals eine leichte Säuerung ein, die jedoch unter sichtbaren Fäulniserscheinungen verläuft.

Versuch Nr. 2.

Fischmaterial: Flußbarsch, aus der Lahn, am 27. Februar 1937, 12.30 getötet und sofort eine pH-Untersuchung angeschlossen.

Aufbewahrungsbedingung: Der Fisch wurde für die weiteren Untersuchungen im Pökelkeller des Schlachthofes bei einer Temperatur von + 3° C aufbewahrt.

Sofort nach der Tötung	pH = 7,06	
nach 2 Stunden	pH = 6,90	
„ 4 „	pH = 6,76	
„ 24 „	pH = 6,73	(Säuremaximum)
„ 2 Tagen	pH = 6,85	
„ 3 „	pH = 6,93	
„ 4 „	pH = 6,92	— Kiemen dunkelrot,
„ 5 „	pH = 6,91	
„ 7 „	pH = 6,97	— beginnende Korneatrübung, Kiemen graurot,
„ 9 „	pH = 6,98	— fischiger Geruch, Oberflächenschleim graugelblich,
„ 10 „	pH = 6,58	— Kiemen bedeckt mit graubraunem Schleim,
„ 12 „	pH = 7,19	— die ganze Oberfläche mit gelbem Schleim bedeckt,



Kurve Nr. 2 — Flußbarsch.

nach 13 Tagen	pH = 7,50—	Ebersche Probe schwach positiv, stark stinkender Geruch, vollständiger Zerfall der Muskulatur,
„ 14 „	pH = 7,42.	

Hierzu Kurve Nr. 2.

Versuchsergebnis:

Der Ausgangs-pH-Wert ist 7,06.

Nach 24 Stunden tritt das Säuremaximum mit dem pH-Wert 6,73 auf. Am 7. Tage bei dem pH-Werte von 6,97 treten die ersten Zeichen der Fäulnis nach dem grobsinnlichen Befund auf. Trotz Fäulnis tritt am 10. Tage nochmals eine Säuerung auf.

Versuch Nr. 3.

Fischmaterial: Weißfisch, mit einem Netz aus der Lahn gefangen am 5. März 1937, am gleichen Tage 11.30 Uhr getötet, gleich danach Vornahme der ersten pH-Untersuchung.

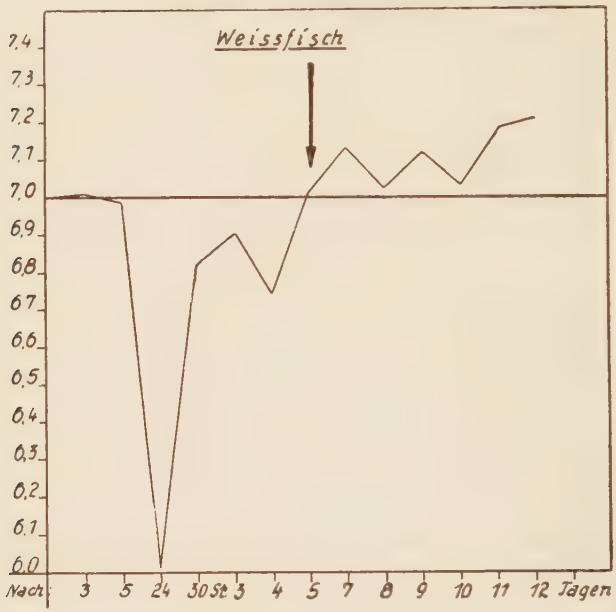
Aufbewahrungsbedingung: Auf Eis gelagert im Pökelkeller des Schlachthofes bei einer Raumtemperatur von + 3° C.

Sofort nach der Tötung	pH = 7,0	
nach 3 Stunden	pH = 7,01	
„ 5 „	pH = 6,99	
„ 24 „	pH = 6,01	(Säuremaximum)
„ 30 „	pH = 6,82	
„ 3 Tagen	pH = 6,90	
„ 4 „	pH = 6,74	
„ 5 „	pH = 7,01—	Augen eingefallen, Linsentrübung,
„ 7 „	pH = 7,13—	Kiemen graurot,
„ 8 „	pH = 7,02—	intensiver, fischiger Geruch, Muskulatur verliert die normale segmentierte Beschaffenheit,
„ 9 „	pH = 7,12	
„ 10 „	pH = 7,03—	fauliger Geruch, Kiemen und Oberfläche mit einer übelriechenden schmierigen Masse bedeckt,

nach 11 Tagen pH = 7,18— Eingeweide vollständig zerfallen,

„ 12 „ pH = 7,20— hochgradig stinkend.

Hierzu Kurve Nr. 3.



Kurve Nr. 3 — Weißfisch.

Versuchsergebnis:

Der Ausgangs-pH-Wert beträgt 7,0.

Das Säuremaximum tritt nach 24 Stunden auf mit dem pH-Wert 6,01. Zeichen der beginnenden Fäulnis treten am 5. Tage auf; die Muskulatur zeigt an diesem Tage den pH-Wert von 7,01.

Versuch Nr. 4.

Fischmaterial: Weißfisch, aus der Lahn gefangen, am 5. März 11.30 Uhr getötet, 12 Uhr erste Feststellung des pH-Wertes.

Sofort nach der Tötung	pH = 6,98	
nach 3 Stunden	pH = 6,84	
„ 5 „	pH = 6,84	
„ 24 „	pH = 5,41	(Säuremaximum)

nach 30 Stunden	pH = 6,97	
„ 3 Tagen	pH = 6,64	
„ 4 „	pH = 6,65	
„ 5 „	pH = 6,90—	beginnende Korneatrübung,
„ 7 „	pH = 6,97—	Kiemen braunrot verfärbt, graubrauner Schleim bedeckt die Oberfläche,
„ 8 „	pH = 6,98—	stark fischiger Geruch,
„ 9 „	pH = 7,23	
„ 10 „	pH = 7,11—	Muskulatur verliert ihre feste Konsistenz, Oberfläche mit gelbem, schmierigem Schleim bedeckt,
„ 11 „	pH = 7,30	
„ 12 „	pH = 7,32—	Eingeweide zerfallen, stinkend.

Versuchergebnis:

Der Ausgangs-pH-Wert beträgt 7,02.

Nach 24 Stunden mit einem pH-Wert von 5,41 liegt das Säuremaximum vor. Die Grenze der Genußtauglichkeit nach der grobsinnlichen Untersuchung ist mit dem 7. Tag bei pH 6,97 erreicht.

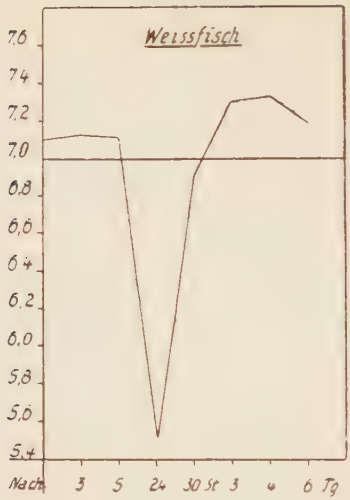
Versuch Nr. 5.

Fischmaterial: Weißfisch, aus der Lahn gefangen am 5. März 1937, am gleichen Tage 11.30 Uhr getötet, anschließend die erste pH-Untersuchung.

Aufbewahrungsbedingung: Der Fisch wurde bei Zimmertemperatur von + 18° C aufbewahrt.

Sofort nach der Tötung	pH = 7,10	
nach 3 Stunden	pH = 7,12	
„ 5 „	pH = 7,11	
„ 24 „	pH = 5,55	
„ 30 „	pH = 6,91	
„ 3 Tagen	pH = 7,30—	stark stinkend, Kiemen graubraun mit schmierigem Belag,
„ 4 „	pH = 7,23—	hochgradig fauliger Geruch, schmieriger Zerfall der Muskulatur.
„ 6 „	pH = 7,18	

Hierzu Kurve Nr. 4.



Kurve Nr. 4 — Weißfisch.

Versuchsergebnis:

Der Ausgangs-pH-Wert beträgt 7,1.

Nach 24 Stunden weist der Fischmuskel die stärkste Säuerung mit dem pH-Wert 5,55 auf. Infolge Zimmertemperatur ist schon nach drei Tagen der Fisch stark in Fäulnis übergegangen. Die Fäulnis verläuft unter alkalischer Reaktion.

Versuch Nr. 6.

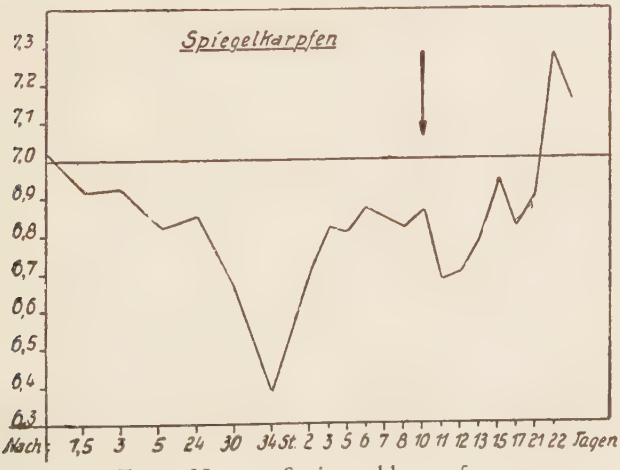
Fischmaterial: Spiegelkarpfen, am 7. April 1937 morgens 9 Uhr getötet, gleich nach der Tötung erste Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration.

Aufbewahrungsbedingung: Auf Eis gelagert bei einer Raumtemperatur von + 3° C.

Sofort nach der Tötung	pH = 7,02	
nach 1,5 Stunden	pH = 6,91	
„ 3 „	pH = 6,92	
„ 5 „	pH = 6,83	
„ 24 „	pH = 6,85	
„ 30 „	pH = 6,67	
„ 34 „	pH = 6,38	(Säuremaximum)
„ 2 Tagen	pH = 6,70	

nach 3 Tagen	pH = 6,82—	Augen beiderseits eingefallen,
„ 5 „	pH = 6,81—	Kiemen graurot verfärbt, fischiger Geruch,
„ 6 „	pH = 6,87—	Ebersche Probe negativ, weitere Verfärbung der Kiemen,
„ 7 „	pH = 6,89—	Kornea leicht getrübt,
„ 8 „	pH = 6,82	
„ 10 „	pH = 6,86	
„ 11 „	pH = 6,68—	stechend fischiger Geruch,
„ 12 „	pH = 6,70	
„ 13 „	pH = 6,78—	Schuppen leicht lösbar, Ebersche Probe negativ, Kornea vollständig getrübt,
„ 15 „	pH = 6,94—	Kornea mit einer gelben Schmiere bedeckt, auch auf den Kiemen und am Flossenansatz zeigt sich ein gelber, schmieriger Belag,
„ 16 „	pH = 6,82—	Ebersche Probe positiv,
„ 17 „	pH = 6,90—	Ausbreitung des gelben Belages über die ganze Oberfläche,
„ 21 „	pH = 7,28—	Muskulatur fällt vollständig von den Gräten ab,
„ 22 „	pH = 7,15—	hochgradig stinkend.

Hierzu Kurve Nr. 5.



Kurve Nr. 5 — Spiegelkarpfen.

Eine am ersten Tage beimpfte Agarplatte, bei Zimmertemperatur aufbewahrt, zeigte kein Bakterienwachstum. Nach 5 Tagen wurde nochmals eine Agarplatte beimpft. Nach 48 Stunden zeigte sich starkes Keimwachstum. Mikroskopisch konnten gramnegative Stäbchen und grampositive Kokken festgestellt werden. Die Stäbchen waren zum größten Teil unbeweglich, ganz vereinzelt zeigten sich bewegliche Stäbchen. Nach 15 Tagen wurde wiederum eine Agarplatte beimpft. Auch hierbei zeigte sich starkes Keimwachstum. Im hängenden Tropfen wurden sehr viele bewegliche Stäbchen festgestellt, die unbeweglichen Stäbchen waren bedeutend in der Minderzahl.

Versuchsergebnis:

Der Ausgangs-pH-Wert beträgt 7,02.

Bei dem pH-Wert 6,38 — 34 Stunden nach der Tötung — liegt das Säuremaximum. Fäulniserscheinungen treten am 10. bis 11. Tag auf. Bis dahin ist der Fisch auf Grund der grobsinnlichen Untersuchung genußtauglich. Der pH-Wert am 10. Tag beträgt 6,86. Die Ebersche Probe ist positiv bei einwandfrei erkennbarer Fäulnis.

Versuch Nr. 7.

Fischmaterial: Schleie, in einem Gießener Fischgeschäft lebend gekauft, am 11. März 1937, 8.30 Uhr, getötet, 9 Uhr erste pH-Untersuchung.

Aufbewahrungsbedingung: Der Fisch wurde während des Versuches bei einer Raumtemperatur von + 3 ° C aufbewahrt.

Sofort nach der Tötung	pH = 6,99	
nach 3 Stunden	pH = 6,82	
„ 8 „	pH = 6,78	
„ 24 „	pH = 6,65	(Säuremaximum)
„ 2 Tagen	pH = 6,81	
„ 3 „	pH = 6,91	
„ 5 „	pH = 6,86	
„ 7 „	pH = 6,86	— Augen eingefallen, Ebersche Probe negativ,
„ 8 „	pH = 6,97	— Kornea getrübt und leicht mit gelblichem Schleim bedeckt,
„ 9 „	pH = 7,02	— Ebersche Probe positiv, schwach säuerlicher Geruch,

nach 11 Tagen	pH = 7,15—	Kiemen schmutzigrot, von den Kiemen läßt sich eine dicke gelbe Masse abstreichen,
„ 12 „	pH = 6,92	
„ 13 „	pH = 7,14—	Oberfläche vollständig mit einem gelben, schmierigen Belag bedeckt,
„ 15 „	pH = 7,32—	Muskelsegmente nicht mehr zu erkennen,
„ 16 „	pH = 7,30—	stark fauliger Geruch.

Versuchsergebnis:

Sofort nach der Tötung zeigt der Fischmuskel den pH-Wert 6,99. Die tiefste Säuerung liegt nach 24 Stunden mit pH-Wert 6,65 vor. Vom 9. Tag ab ist der Fisch auf Grund von Fäulniserscheinungen als menschliches Nahrungsmittel untauglich. Am 12. Tage tritt nach vorausgegangener alkalischer Reaktion nochmals eine Säuerung auf.

Versuch Nr. 8.

Fischmaterial: Schleie, lebend in einem Gießener Fischgeschäft gekauft, am 20. März 1937, 10 Uhr, getötet, 10.30 Uhr erste Messung der Wasserstoffionenkonzentration.

Aufbewahrungsbedingung: Im Kühlhaus des Gießener Schlachthofes bei einer Raumtemperatur von 0° C aufbewahrt.

Sofort nach der Tötung	pH = 6,98	
nach 2 Stunden	pH = 6,90	
„ 5 „	pH = 6,90	
„ 24 „	pH = 6,84	
„ 3 Tagen	pH = 6,94—	Augen eingefallen,
„ 5 „	pH = 6,90—	Kiemen dunkelrot,
„ 6 „	pH = 6,98—	Ebersche Probe negativ, fischiger Geruch,
„ 7 „	pH = 7,08—	Korneatrübung, an einigen Stellen der Körperoberfläche gelber, schmieriger Belag,
„ 8 „	pH = 7,16	
„ 10 „	pH = 7,08—	Ebersche Probe positiv, fauliger Geruch, am ganzen Fischkörper schmieriger, gelber Belag.

Versuchsergebnis:

Gleich nach dem Tode weist der Fischmuskel den pH-Wert 6,98 auf. Es tritt dann eine schwache Säuerung ein. Diese schwache Säuerung während der Totenstarre dürfte auf die Aquariumhaltung zurückzuführen sein. Anzeichen der Fäulnis stellen sich bei pH-Werten zwischen 6,98 und 7,08, also etwa am Neutralpunkt ein. Die Ebersche Probe zeigt erst ein positives Ergebnis bei bereits offensichtlicher Fäulnis.

Versuch Nr. 9.

Fischmaterial: Schleie, lebend gekauft in einem Fischgeschäft in Gießen am 3. April 1937, am gleichen Tage gegen 10 Uhr getötet, sofort nach der Tötung Vornahme der ersten pH-Untersuchungen.

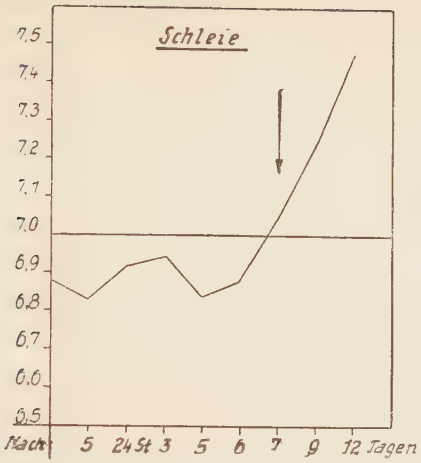
Aufbewahrungsbedingung: Der Fisch wurde im Kühlhaus des Schlachthofes bei einer Temperatur von 0° C aufbewahrt.

Sofort nach der Tötung	pH = 6,87	
nach 5 Stunden	pH = 6,83	
„ 24 „	pH = 6,92	
„ 3 Tagen	pH = 6,95	
„ 5 „	pH = 6,84—	Ebersche Probe negativ, Augen eingesunken,
„ 6 „	pH = 6,89—	Kiemen dunkelrot,
„ 7 „	pH = 7,05—	klebrig schmieriger Belag auf Kiemen und Körperoberfläche,
„ 9 „	pH = 7,25—	Ebersche Probe positiv, Muskulatur verliert die normale Konsistenz, sie wird mürbe und brüchig,
„ 12 „	pH = 7,48—	faulig stechender Geruch.

Hierzu Kurve Nr. 6.

Versuchsergebnis:

Unmittelbar nach dem Tode weist der Fischmuskel einen pH-Wert von 6,87 auf. Nach 5 Stunden ist die tiefste Säuerung mit dem pH-Wert 6,83 erreicht. Die Tauglichkeitsgrenze liegt bei dem pH-Wert 7,05 am 7. Tage. Wie im Versuch Nr. 8 ist auch in diesem Versuch die Säuerung nicht deutlich ausgeprägt. Es dürfte auch hier der gleiche Grund wie in Versuch Nr. 8 vorliegen.



Kurve Nr. 6 — Schleie.

Gesamtergebnis der ersten Gruppe: lebendfrische Fische.

Gleich nach dem Tode weist die Muskulatur von lebendfrischen Süßwasserfischen neutrale bis schwach alkalische Reaktion auf, die schon nach wenigen Stunden in eine sauere Reaktion übergeht. Der Zeitpunkt des Säuremaximums und die Intensität der Säuerung sind bei den einzelnen Fischen nicht übereinstimmend. Durchschnittlich ist das Säuremaximum in 24 bis 30 Stunden erreicht. Die Intensität der Säuerung unterliegt erheblichen Schwankungen. Hierauf dürfte, wie Schlie (28) angibt, der Lebendzustand der Fische unmittelbar vor dem Tode von Einfluß sein. Fische, die gedrängt in einem Aquarium lebten, weisen keine tiefe Säuerung auf. Auch die Art des Todes spielt eine Rolle. Beim Karpfen tritt das Säuremaximum und die damit verlaufende Totenstarre erst nach 34 Stunden ein. Hiernach würde die Ansicht Bongerts (6) zu Recht bestehen, daß beim Karpfen die Totenstarre später als bei anderen Fischen eintritt.

Nach dem Säuremaximum geht die sauere Reaktion keinesfalls gleich in eine alkalische Reaktion über. Noch am 3. bis 4. Tag weist die Fischmuskulatur eine sauere Reaktion auf, die dann auch ziemlich konstant ansteigt und nur geringen Schwankungen von 0,1 bis 0,15 pH-Einheiten unterliegt.

Die Grenze der Genußtauglichkeit liegt nach dem grobsinnlichen Befund zwischen den pH-Werten 6,98 und 7,05. Beim Karpfen sind

diese Werte als Grenzwerte für die Genußtauglichkeit nicht zutreffend, da schon bei einem pH-Wert von 6,86 leichte Fäulniserscheinungen bemerkt werden.

Bei eingetretener Fäulnis nimmt die alkalische Reaktion nicht etwa gleichmäßig an Intensität zu, sondern es tritt verschiedentlich nochmals ein Absinken der pH-Werte ein. Besonders ausgeprägt erscheint die sauere Fäulnis bei fettreichen Fischen zu verlaufen, so daß hierfür das Auftreten von freien Fettsäuren verantwortlich gemacht werden kann. Die freien Fettsäuren werden sehr bald neutralisiert, so daß wieder eine alkalische Reaktion auftritt.

Bei Zimmertemperatur läuft, wie Versuch Nr. 5 zeigt, der Reaktionsprozeß beschleunigt ab. Eine Temperatur von 0° C beeinflußt im Vergleich mit einer Temperatur von + 3° C den Reaktionsverlauf nicht.

Die Frage, ob die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration zur Genußtauglichkeitsbestimmung herangezogen werden kann, ist für lebendfrische Süßwasserfische wie folgt zu beantworten: Bei den bisher untersuchten Fischarten läßt sich, wie die Untersuchungen ergeben haben, ein eindeutig bestimmter pH-Grenzwert nicht feststellen. Dieser Wert schwankt ungefähr zwischen pH 6,98 und pH 7,05. Höhere pH-Werte zeigen an, daß der zu untersuchende Fisch verdorben ist. Bei der Fischuntersuchung sind jedoch die grobsinnlich wahrnehmbaren Fäulniserscheinungen immer zu berücksichtigen, da Fäulnis unter sauerer Reaktion verlaufen kann.

3. Untersuchungen mit frischen bzw. blutfrischen Fischen.

Gruppe 2. Versuche Nr. 10—21.

Versuch Nr. 10.

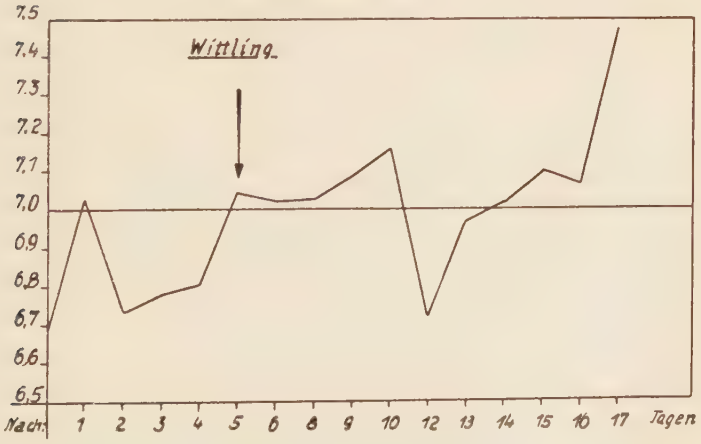
Fischmaterial: Wittling, frisch in einem Gießener Fischgeschäft gekauft (24. Februar 1937). Grobsinnlicher Untersuchungsbefund: Augen eingefallen, Kornea durchsichtig, zeigt einen milchigen trüben Punkt. Kiemen hellrosa, Hautoberfläche feucht, ohne schmierigen Belag,

Aufbewahrung bei + 3° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,67— Ebersche Probe positiv,
nach 1 Tag	pH = 7,02
„ 2 Tagen	pH = 6,73
„ 3 „	pH = 6,78

nach 4 Tagen		pH = 6,80—	Trübung der Kornea,
„ 5	„	pH = 7,04—	Kiemen graugelblich, fischiger Geruch,
„ 6	„	pH = 7,02	
„ 8	„	pH = 7,03—	fischiger Geruch nimmt an Intensität zu, graugrüner Belag auf den Kiemen,
„ 9	„	pH = 7,09	
„ 10	„	pH = 7,16—	beginnende schmierige Auflagerung auf der Hautoberfläche,
„ 12	„	pH = 6,72—	Oberfläche vollständig mit einer gelben Schmiere bedeckt,
„ 13	„	pH = 6,97—	Muskulatur brüchig weich, Erkennen der Segmente nicht mehr möglich,
„ 14	„	pH = 7,02—	fischiger Geruch geht über in fauligen Geruch,
„ 15	„	pH = 7,10	
„ 16	„	pH = 7,07—	hochgradig stinkend,
„ 17	„	pH = 7,48—	schleimiger Zerfall der Muskulatur.

Hierzu Kurve Nr. 7.



Kurve Nr. 7 — Wittling.

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchungen zeigt die Muskulatur des Wittlings eine sauere Reaktion; der pH-Wert ist 6,67. Am folgenden Tage

überschreitet der pH-Wert den Neutralpunkt, und nach 2 Tagen ist wieder eine sauere Reaktion festzustellen. Am 5. Tage ist der Fisch als verdorben zu bezeichnen, der pH-Wert an diesem Tage beträgt 7,04. Die auf das Koordinatensystem übertragene Kurve zeigt erhebliche Schwankungen, alkalische Reaktionen wechseln mit saueren. Die Ebersche Probe ist von Anfang an positiv.

Versuch Nr. 11.

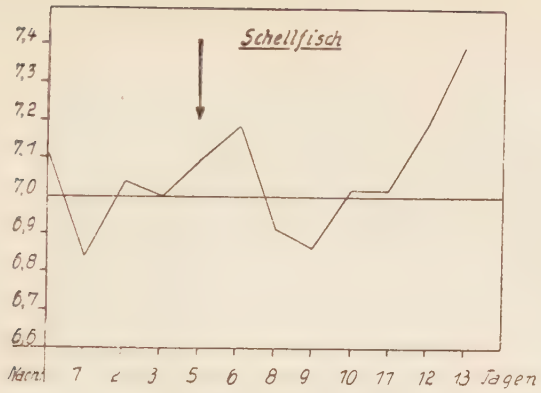
Fischmaterial: Schellfisch, in einem Gießener Fischgeschäft als frisch gekauft. Grobsinnlicher Untersuchungsbefund: Kornea beiderseitig leicht getrübt, Kiemen gelbrosa. Körperoberfläche feucht spiegelnd, ohne schmierigen Belag.

Aufbewahrung bei einer Raumtemperatur von + 3 ° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,11 —	Ebersche Probe positiv,
nach 1 Tag	pH = 6,84	
„ 2 Tagen	pH = 7,03 —	Kiemen graugelb, grüner Belag,
„ 3 „	pH = 7,00	
„ 5 „	pH = 7,10 —	Augen und stellenweise die Oberfläche mit schmierigem Schleim bedeckt,
„ 6 „	pH = 7,19 —	Oberfläche vollständig schmierig und klebrig, stark fischiger Geruch,
„ 8 „	pH = 6,92	
„ 9 „	pH = 6,87 —	Zerfall der Muskulatur,
„ 10 „	pH = 7,02 —	faulig stechender Geruch,
„ 11 „	pH = 7,02 —	schleimig breiiger Zerfall der Muskulatur,
„ 12 „	pH = 7,20	
„ 13 „	pH = 7,40	

Hierzu Kurve Nr. 8.

Am ersten Tag wird eine Agarplatte beimpft und bei Zimmertemperatur von + 18 ° C aufbewahrt. Keimwachstum ist nach 48 Stunden eingetreten. Es sind gramnegative unbewegliche Stäbchen nachzuweisen. Nach 3 Tagen wird nochmals eine Agarplatte beimpft. Nach 48 Stunden ist starkes Keimwachstum zu verzeichnen.



Kurve Nr. 8 — Schellfisch.

Es sind gramnegative Stäbchen und grampositive Kokken. Die Stäbchen sind teils beweglich teils unbeweglich.

Versuchsergebnis:

Die erste Messung des pH-Wertes des frischen Schellfisches ergibt den pH-Wert 7,11. Die Reaktion des Fischfleisches wechselt in den folgenden Tagen zwischen sauer und alkalisch. Die Grenze der Genußtauglichkeit liegt bei dem pH-Wert 7,10 am 5. Tag.

Versuch Nr. 12.

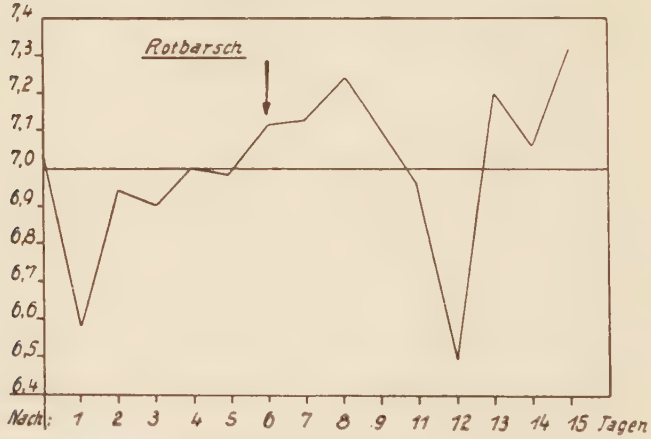
Fischmaterial: Rotbarsch, ohne Kopf als „frisch" gekauft (25. März 1937). Körperoberfläche feucht, ohne schmierigen Belag, feste Konsistenz der Muskulatur, deutliche Abgrenzung der einzelnen Segmente, Bauchhöhlenschleimhaut feucht spiegelnd.

Aufbewahrung des Fisches während der Untersuchungen bei + 3° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,03	
nach 1 Tag	pH = 6,58	
„ 2 Tagen	pH = 6,94	
„ 3 „	pH = 6,90	
„ 4 „	pH = 7,00	
„ 5 „	pH = 6,99	— aus der Bauchhöhle leicht multriger Geruch wahrnehmbar,

nach 6 Tagen	pH = 7,12 —	Flossen leicht schleimig, gelbgrau,
„ 7 „	pH = 7,13	
„ 8 „	pH = 7,24 —	säuerlich muffiger Geruch aus der Bauchhöhle,
„ 9 „	pH = 7,12	
„ 11 „	pH = 6,95 —	faulig stinkender Geruch,
„ 12 „	pH = 6,50	
„ 13 „	pH = 7,20 —	Muskulatur zeigt nicht mehr die Segmentanordnung,
„ 14 „	pH = 7,06	
„ 15 „	pH = 7,32 —	fortschreitender weich breiiger Zerfall der Muskulatur,
„ 16 „	pH = 7,40	

Hierzu Kurve Nr. 9.



Kurve Nr. 9 — Rotbarsch.

Die Ebersche Probe hatte von Anfang an ein positives Ergebnis. Unterschiede in der Farbe der Wolkenbildung zeigten sich nicht. Eine am 2. Tag beimpfte Agarplatte wies nach 48 Stunden zahlreiche Kolonien auf, mikroskopisch gramnegative Stäbchen und grampositive Kokken. Die Stäbchen waren bis auf wenige unbeweglich.

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchungen weist der Fischmuskel die pH-Zahl 7,03 auf. Am 6. Tage bei dem pH-Wert 7,12 muß der Fisch als ge-

nußuntauglich bezeichnet werden. Fäulnis verläuft unter alkalischer und auch unter sauerer Reaktion.

Versuch Nr. 13.

Fischmaterial: Hering, am 25. Februar 1937 in einem Fischgeschäft in Gießen als „frisch" gekauft. Augen leicht eingefallen, Kornea durchsichtig, Bulbus schlaff, Kiemen rosarot, Körperoberfläche feucht spiegelnd, Bauchhöhle feucht und glänzend, Organe ausgenommen.

Der Fisch wurde für die weiteren Untersuchungen bei einer Temperatur von + 3 ° C aufbewahrt.

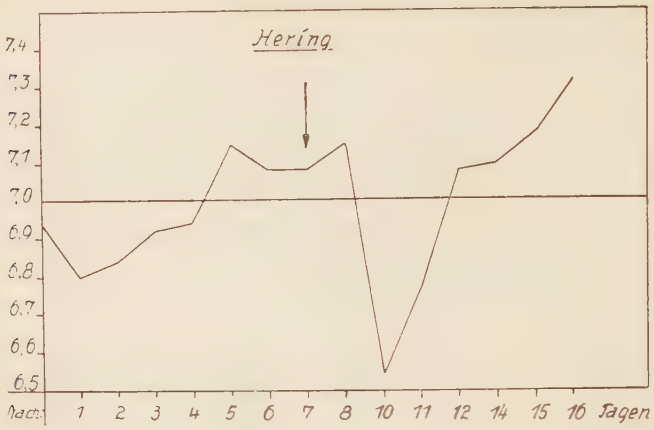
Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,94	
nach 1 Tag	pH = 6,80	
„ 2 Tagen	pH = 6,84	— leichte Korneatrübung,
„ 3 „	pH = 6,92	— Kiemen mit graugelbem Schleim bedeckt,
„ 4 „	pH = 6,94	— fischiger Geruch,
„ 5 „	pH = 7,14	— Kiemen braun bis schmutzigrot,
„ 6 „	pH = 7,08	
„ 7 „	pH = 7,08	— stark fischiger Geruch,
„ 8 „	pH = 7,15	— Muskulatur mürbe, brüchig, auf den Augen schmierig gelber Belag,
„ 10 „	pH = 6,54	
„ 11 „	pH = 6,78	— Ebersche Probe negativ,
„ 12 „	pH = 7,08	
„ 14 „	pH = 7,10	— schleimiger Zerfall der Muskulatur,
„ 15 „	pH = 7,18	— Ebersche Probe positiv,
„ 16 „	pH = 7,32	

Hierzu Kurve Nr. 10.

Versuchsergebnis:

6,94 ist die pH-Zahl der ersten Untersuchung. 4 Tage bleibt die pH-Zahl unter dem Neutralpunkt. Am 5. Tag ist der Neutralpunkt bereits überschritten, ein kontinuierliches Zunehmen der alkalischen Reaktion ist jedoch nicht zu verzeichnen, sondern es treten noch-

mals pH-Werte unter 7,0 auf. Die Ebersche Probe ist bei offensichtlicher Fäulnis noch negativ.



Kurve Nr. 10 — Hering.

Versuch Nr. 14.

Fischmaterial: Hering, als „frisch" gekauft, Augen leicht eingefallen, Kornea durchsichtig, Kiemen rosarot, Körperoberfläche feucht spiegelnd, nicht ausgenommen.

Aufbewahrung des Fisches während der Untersuchungen bei + 3 ° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,02	
nach 1 Tag	pH = 6,71	
„ 2 Tagen	pH = 7,24	
„ 3 „	pH = 6,88	— Korneatrübung,
„ 4 „	pH = 7,10	— Kiemen braunrot verfärbt,
„ 5 „	pH = 7,06	
„ 7 „	pH = 7,13	— Kiemen mit graugelbem, schmierigem Schleim bedeckt,
„ 8 „	pH = 7,14	— stark fischiger Geruch,
„ 9 „	pH = 6,94	— Muskulatur weich, brüchig, fällt von den Gräten,
„ 11 „	pH = 6,50	— Ebersche Probe negativ, fauliger Geruch,
„ 12 „	pH = 6,77	

nach 13 Tagen	pH = 7,00	
„ 14 „	pH = 7,00	
„ 15 „	pH = 7,42—	Ebersche Probe positiv, Fisch vollständig faul,
„ 16 „	pH = 7,40	

Versuchsergebnis:

Bei der ersten Untersuchung weist der Hering die pH-Zahl 7,02 auf. Während der folgenden Untersuchungen wechselt die pH-Zahl ständig. An einem Tage liegt sie über dem Neutralpunkt, an dem darauffolgenden Tage ist sie schon wieder kleiner als 7,0. Der Hering ist auf Grund des grobsinnlichen Befundes am 8. Tage als verdorben zu bezeichnen bei pH = 7,14.

Versuch Nr. 15.

Fischmaterial: Makrele, am 4. März 1937 als „frisch" gekauft, Kornea durchsichtig, Bulbus schlaff, Kiemen dunkelrot, mit rötlichem, dünnflüssigem Schleim bedeckt, Körperoberfläche feucht glänzend.

Aufbewahrung des Fisches bei einer Raumtemperatur von + 3 ° C.

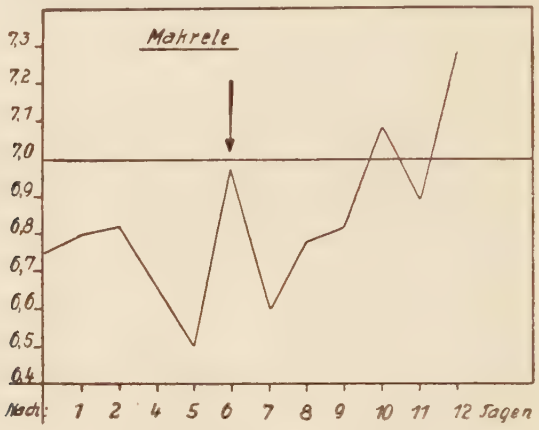
Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,75	
nach 1 Tag	pH = 6,80	
„ 2 Tagen	pH = 6,82	
„ 4 „	pH = 6,66—	Kiemen graubraun verfärbt, Korneatrübung,
„ 5 „	pH = 6,50—	an den Kiemen stark fischiger Geruch,
„ 6 „	pH = 6,97—	Ebersche Probe negativ,
„ 7 „	pH = 6,60—	Bildung von geblich-schmierigem Belag auf der Kornea,
„ 8 „	pH = 6,78—	säuerlich multriger Geruch,
„ 9 „	pH = 6,82—	Ebersche Probe schwach positiv,
„ 10 „	pH = 7,08—	Zerfall der Muskulatur,
„ 11 „	pH = 6,89—	stechend stinkender Geruch,
„ 12 „	pH = 7,28	

Hierzu Kurve Nr. 11.

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchungen ist die Reaktion des Fisches schwach sauer, der pH-Wert ist 6,75. Die Reaktion bleibt auch bis zur voll-

ständigen Zersetzung sauer. Nach dem grobsinnlichen Befund muß der Fisch nach 6 Tagen als verdorben und genußuntauglich bezeichnet werden.



Kurve Nr. 11 — Makrele.

Versuch Nr. 16.

Fischmaterial: Wittling, am 5. März 1937 als „frisch gekauft, Augen eingefallen, Kornea zeigt schwach milchigen Schimmer, Kiemen mit graugrünem, abstreifbarem Belag bedeckt, Farbe der Kiemen gelbgrau, Körperoberfläche feucht spiegelnd, ohne schmierigen Belag.

Aufbewahrungstemperatur: + 3 ° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,15	
nach 1 Tag	pH = 6,97	
„ 3 Tagen	pH = 6,98	
„ 4 „	pH = 6,62	— Ebersche Probe schwach positiv,
„ 5 „	pH = 7,03	— Kornea mit schmutzigem Schleim bedeckt,
„ 6 „	pH = 6,80	— die ganze Oberfläche mit klebrig schmierigem Schleim bedeckt,
„ 7 „	pH = 7,30	
„ 8 „	pH = 7,04	— stark fauliger Geruch, Zerfall der Muskulatur, Segmente nicht mehr zu erkennen,

nach 9 Tagen	pH = 7,24	
„ 10 „	pH = 7,23	— Muskulatur breiig zerfallen,
„ 11 „	pH = 7,45	

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchungen zeigt der Fisch schwach alkalische Reaktion mit der pH-Zahl 7,15. Die Reaktion wechselt im Verlaufe der Untersuchungen verschiedentlich zwischen sauer und alkalisch. Am 5. bis 6. Tag kann der Fisch als verdorben bezeichnet werden, die pH-Zahl an diesem Tage ist 6,80.

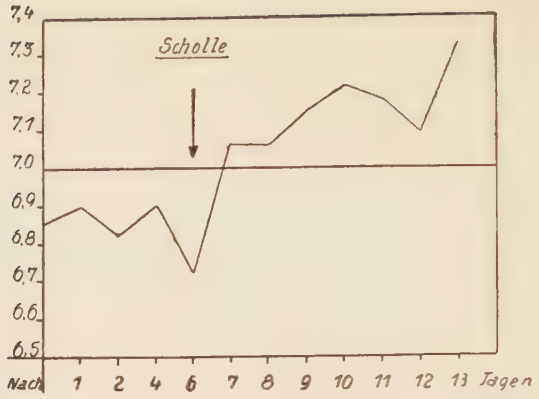
Versuch Nr. 17.

Fischmaterial: Scholle, als „blutfrisch" vom Fischhändler in Gießen gekauft. Augen eingefallen, Kornea glatt und durchscheinend, Kiemen mäßig mit graubraunem Schleim bedeckt, Farbe der Kiemen matt rosa, Muskulatur fest, Fingereindrücke verschwinden wieder, Körperoberfläche feucht glänzend.

Aufbewahrungstemperatur: + 3° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,85	
nach 1 Tag	pH = 6,90	
„ 2 Tagen	pH = 6,82	— Ebersche Probe positiv,
„ 4 „	pH = 6,90	— intensiver fischiger Geruch an den Kiemen,
„ 6 „	pH = 6,72	— Muskulatur mürbe, weich, Fingereindrücke bleiben bestehen,
„ 7 „	pH = 7,06	— stinkender Geruch,
„ 8 „	pH = 7,06	— Hautoberfläche überall mit graugelblichem Belag bedeckt,
„ 9 „	pH = 7,15	
„ 10 „	pH = 7,21	— hochgradig faulig stinkend,
„ 11 „	pH = 7,18	— vollständiger Zerfall der Muskulatur,
„ 12 „	pH = 7,09	
„ 13 „	pH = 7,33	

Hierzu Kurve Nr. 12.



Kurve Nr. 12 — Scholle.

Versuchsergebnis:

6,85 ist der Ausgangs-pH-Wert. Es liegt also zum Beginn eine schwach sauere Reaktion vor. In den folgenden 6 Tagen weist die Scholle stets schwach sauere Reaktion auf, die in ihrer Intensität an den einzelnen Tagen Schwankungen unterliegt. Nach der grobsinnlichen Untersuchung ist der Fisch am 6. Tag bei pH = 6,72 verdorben. Fäulnis bei sauerer Reaktion sowie bei alkalischer. Die Ebersche Probe ist bereits positiv, ehe Anzeichen von Fäulnis vorhanden sind.

Versuch Nr. 18.

Fischmaterial: Makrele, am 7. April 1937 gekauft, Augen eingefallen, Kornea schwach milchig getrübt, Kiemen rosarot, Hautoberfläche feucht glänzend.

Aufbewahrungsbedingung: + 3 ° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,78	
nach 1 Tag	pH = 6,58	
„ 3 Tagen	pH = 6,78	— Hautoberfläche klebrig, leicht mit gelbem Schleim bedeckt,
„ 5 „	pH = 6,77	— Ebersche Probe negativ,
„ 6 „	pH = 6,89	— ganze Oberfläche mit schmierigem Belag bedeckt,
„ 7 „	pH = 6,74	— Kiemen braunrot, stark fischiger Geruch,

nach 8 Tagen	pH + 6,80—	Ebersche Probe schwach positiv,
„ 10 „	pH = 6,98—	Muskulatur hat die ursprünglich feste Konsistenz verloren,
„ 11 „	pH = 6,94—	fauliger Geruch,
„ 12 „	pH = 6,90	
„ 13 „	pH = 7,11	

Versuchsergebnis:

Die schwach sauere Reaktion bei Beginn der Untersuchung (6,78) bleibt 10 Tage lang bestehen, die Intensität dieser saueren Reaktion unterliegt geringen Schwankungen an den einzelnen Tagen. Nach 6 Tagen muß die Makrele als genußuntauglich bezeichnet werden.

Am ersten Tag wurde eine Agarplatte beimpft, bei Zimmertemperatur von + 10° C aufbewahrt. Nach 48 Stunden starkes Keimwachstum. Die mikroskopische Untersuchung ergab gramnegative Stäbchen, unbewegliche und zum geringeren Teil bewegliche, sowie grampositive Kokken. Eine nach 5 Tagen nochmals beimpfte Agarplatte wies ebenfalls zahlreiche Kolonien auf, im hängenden Tropfen jetzt aber bewegliche Stäbchen in der Mehrzahl.

Versuch Nr. 19.

Fischmaterial: Scholle, „blutfrisch" am 7. April 1937 gekauft. Augen hervorquellend, Kornea ungetrübt, Kiemen rosa, mit grauweißlichem Schleim verklebt. Körperoberfläche feucht spiegelnd, Muskulatur läßt keine Fingereindrücke bestehen.

Aufbewahrung des Fisches während der Versuches bei einer Raumtemperatur von + 3° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,90	
nach 1 Tag	pH = 6,70	
„ 3 Tagen	pH = 6,70—	Kiemen schmutziggrau, mit trübem gelbem Schleim bedeckt,
„ 5 „	pH = 6,85—	rote Farbe der Hautflecken verschwunden, Flecken grauschwarz,
„ 6 „	pH = 6,90—	Ebersche Probe positiv, stechender Geruch,
„ 7 „	pH = 6,78—	Oberfläche mit graugelbem Belag bedeckt,

nach 8 Tagen	pH = 6,90	
„ 10 „	pH = 7,00—	Muskulatur strukturlos, zerfallen,
„ 11 „	pH = 6,96—	hochgradig faulig stinkend,
„ 13 „	pH = 7,06	
„ 15 „	pH = 7,00	
„ 16 „	pH = 7,19	

Versuchsergebnis:

Bis zum Fäulniseintritt liegt bei der Scholle eine sauere Reaktion vor. Am 6. Tag kann der Fisch auf Grund grobsinnlichen Befundes als verdorben angesehen werden (pH = 6,90). Fäulnis verläuft sowohl unter sauerer als auch unter alkalischer Reaktion.

Versuch Nr. 20.

Fischmaterial: Kabeljaufilet, als „frisch" gekauft. 19. Mai 1937, feste Konsistenz der Muskulatur. Fingereindrücke bleiben nicht bestehen, die einzelnen Muskelsegmente sind deutlich abgesetzt.

Aufbewahrung bei + 2° C im Kühlhaus des Gießener Schlachthofes.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,89	
nach 1 Tag	pH = 7,03—	Ebersche Probe positiv,
„ 2 Tagen	pH = 6,98	
„ 4 „	pH = 7,20—	feucht und klebrig, stark fischiger Geruch,
„ 6 „	pH = 7,10—	gelber abstreifbarer Schleim,
„ 8 „	pH = 7,25—	über und über mit gelbem Schleim bedeckt,
„ 9 „	pH = 7,48—	strukturloser Zerfall, faulig riechend,
„ 10 „	pH = 7,35	
„ 11 „	pH = 7,55	

Versuchsergebnis:

Zu Anfang der Untersuchungen liegt schwach sauere Reaktion vor, die am folgenden Tage in eine schwach alkalische übergeht, um am 3. Tag noch einmal in eine saurere Reaktion umzuschlagen. Vom 5. Tage bleibt die Reaktion ständig alkalisch. Am 4. Tage bei der

pH-Zahl 7,20 muß das Filet nach der grobsinnlichen Prüfung als verdorben gelten.

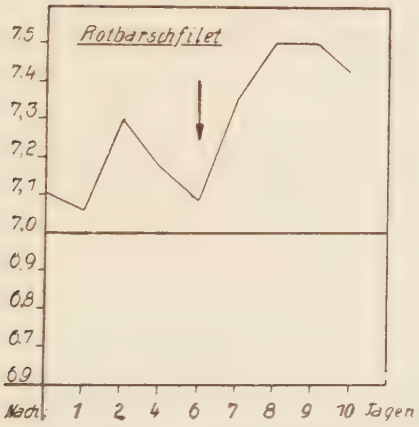
Versuch Nr. 21.

Fischmaterial: Rotbarschfilet, am 19. Mai 1937 als „frisch" gekauft, feste Konsistenz der Muskulatur, Fingereindrücke verschwinden wieder.

Aufbewahrung bei — 2° C im Schlachthofkühlhaus.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,10	
nach 1 Tag	pH = 7,06	— Ebersche Probe positiv,
„ 2 Tagen	pH = 7,30	
„ 4 „	pH = 7,17	
„ 6 „	pH = 7,08	— klebrige Beschaffenheit der Muskulatur, stark fischiger Geruch,
„ 7 „	pH = 7,35	— Oberfläche mit gelbem Schleim bedeckt,
„ 8 „	pH = 7,50	— fauliger Geruch, Muskulatur wird weich und zerfällt,
„ 9 „	pH = 7,50	
„ 10 „	pH = 7,42	— Fleisch vollständig in Zersetzung übergegangen,

Hierzu Kurve Nr. 13.



Kurve Nr. 13 — Rotbarschfilet.

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchungen liegt alkalische Reaktion vor, die während des ganzen Versuches bestehen bleibt. An den einzelnen

Tagen sind nur geringe Schwankungen nachzuweisen. Am 6. Tag wird das Filet genußuntauglich, die pH-Zahl an diesem Tage ist 7,08. Die Ebersche Probe ist von Anfang an positiv.

Gesamtergebnis der 2. Gruppe: frische bzw. blutfrische Fische.

Die Ausgangs-pH-Werte der einzelnen Versuche schwanken in ziemlich weiten Grenzen. Einige Fische weisen anfangs sauere Reaktion auf, andere wiederum reagieren zu Beginn der Untersuchungen alkalisch. Selbst bei der gleichen Fischart sind die Ausgangswerte verschieden. So zeigt der Wittling in Versuch Nr. 10 bei der ersten Untersuchung eine sauere Reaktion mit dem pH-Wert 6,67 und in Versuch Nr. 16 ist der Ausgangs-pH-Wert 7,15. Vergleicht man den weiteren Verlauf der einzelnen Versuche, so findet man wiederum kein übereinstimmendes Bild. Die pH-Werte liegen teils unter dem Neutralpunkt, teils darüber. Fäulniserscheinungen treten nicht allein bei alkalischer Reaktion auf, sondern auch bei sauerer.

Einen Grenzwert für den Eintritt der Fäulnis festzusetzen, ist an Hand der Untersuchungen nicht möglich. Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration kann bei „frischen" bzw. „blutfrischen" Seefischen zur Untersuchung auf Genußtauglichkeit nicht herangezogen werden.

Die Ebersche Probe gibt keine brauchbaren Resultate für die Genußtauglichkeitsbestimmung.

4. Untersuchung von bereits verdorbenen Fischen.

Gruppe 3. Versuche 22—24.

Versuch Nr. 22.

Fischmaterial: Seehase, Oberfläche feucht glänzend, Kornea milchig getrübt, Augen stark eingesunken, Kiemen rosarot, mit zähem Schleim von graurötlicher Farbe bedeckt, schwach fauliger Geruch an den Kiemen, Muskulatur glasig, wässerig, feucht.

Aufbewahrung: + 3° C.

Ausgangs-pH-Wert pH = 6,70

nach 1 Tag pH = 6,74— Ebersche Probe negativ,

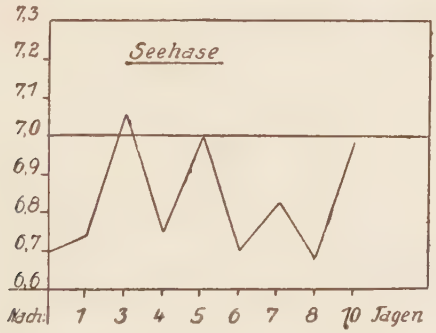
„ 3 Tagen pH = 7,06— Augen mit gelbem Schleim bedeckt,
„ 4 „ pH = 6,75— faulig säuerlicher Geruch,
„ 5 „ pH = 7,00— Ebersche Probe negativ, stark fauliger Geruch,
„ 6 „ pH = 6,70— Oberfläche mit grauem Schleim vollständig bedeckt,
„ 7 „ pH = 6,82
„ 8 „ pH = 6,68— hochgradig stinkend, breiiger Zerfall der Muskulatur,
„ 10 „ pH = 6,98

Hierzu Kurve Nr. 14.

Versuchsergebnis:

Bei der ersten Untersuchung reagiert der Fischmuskel sauer. Im Verlaufe der Untersuchungen tritt nur einmal, trotz sichtbarer Fäulnis, eine alkalische Reaktion auf. Die Intensität der saueren Reaktion weist geringe Schwankungen auf.

Die Ebersche Probe ist trotz starker Zersetzung negativ.



Kurve Nr. 14 — Seehase.

Versuch Nr. 23.

Fischmaterial: Schellfisch, nach der grobsinnlichen Untersuchung als verdorben anzusehen, Kornea getrübt, Kiemen graugrün, fischiger, multriger Geruch.

Aufbewahrung bei + 3 ° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,30	
nach 1 Tag	pH = 7,32—	Augen mit gelbem Schleim bedeckt,
„ 3 Tagen	pH = 6,80—	gelblich schmieriger Belag auf der ganzen Oberfläche,
„ 4 „	pH = 6,97	
„ 5 „	pH = 7,20	
„ 6 „	pH = 7,50—	schmieriger, strukturloser Zerfall der Muskulatur,
„ 7 „	pH = 7,45	
„ 8 „	pH = 7,27	

Versuchsergebnis:

Trotz fortgeschrittener Fäulnis ist die Reaktion starken Schwankungen unterlegen. Fäulnis bei pH 6,80 sowie bei pH 7,50.

Versuch Nr. 24.

Fischmaterial: Schellfisch, Kornea getrübt, Körperoberfläche gelblich schmierig, stark fischiger Geruch, Kiemen mit graugrünem Belag bedeckt.

Aufbewahrung bei + 3 ° C.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,19
nach 1 Tag	pH = 7,30
„ 3 Tagen	pH = 7,06
„ 4 „	pH = 7,02
„ 5 „	pH = 7,50
„ 6 „	pH = 7,43

Im Verlaufe der Untersuchungen nahm der gelblichgraue, schmierige Belag stark zu, der fischige Geruch wurde faulig stinkend, die Muskulatur zerfiel vollständig, so daß nach 6 Tagen der Versuch beendet wurde.

Versuchsergebnis:

Die alkalische Reaktion bleibt vom ersten Tage an während der Untersuchungszeit bestehen. Wie der Versuch aber zeigt, verläuft die Fäulnis nicht unter gleichmäßig ansteigender alkalischer Reaktion.

Gesamtergebnis der Gruppe 3: verdorbene Fische.

Abweichend von den Untersuchungen von Hintersatz (12) — er stellte fest, daß verdorbene Fische im Verlaufe der Untersuchungen kontinuierliche ansteigende alkalische Reaktion zeigen — ergeben die angeführten Versuche, daß die Reaktion verdorbener Fische Schwankungen unterliegt, es treten neben alkalischen Reaktionen auch sauere auf.

5. Untersuchung von tiefgefrorenen Fischen.

Gruppe 4. Versuche 25—28.

Versuch Nr. 25.

Fischmaterial: Schleie 1, am 25. Mai 1938 lebend gekauft, 11.30 Uhr getötet, 12 Uhr erste pH-Untersuchung.

Aufbewahrungsbedingung: Der Fisch wurde bei den beiden ersten Untersuchungen bei + 3 ° C aufbewahrt. Nach der zweiten Untersuchung wurde er in den Gefrierraum des Gießener Schlachthofes gelegt. Die Temperatur betrug in diesem Raum — 5 bis — 6 ° C. Schon nach wenigen Stunden war der Fisch fest gefroren.

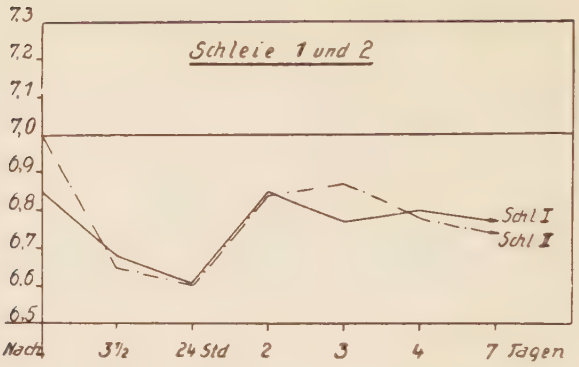
Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,85
nach 3,5 Stunden	pH = 6,68
„ 24 „	pH = 6,61
„ 2 Tagen	pH = 6,85
„ 3 „	pH = 6,77
„ 4 „	pH = 6,80
„ 7 „	pH = 6,77

Die zur Untersuchung benötigten Muskelstücke wurden nach Beseitigung der Oberfläche aus den tieferen Schichten mit einem scharfen Messer herausgeschnitten, und zwar im Gefrierraum. Herstellung der Extrakte unmittelbar danach, wie eingangs angegeben.

Hierzu Kurve Nr. 15.

Versuchsergebnis:

Zu Beginn der Untersuchung reagiert der Fischmuskel schwach sauer. Die sauere Reaktion nimmt in den folgenden 3 Stunden an Intensität zu, nach 24 Stunden kann man — wie bei lebendfrischen Fischen im nichtgefrorenen Zustand — das Säuremaximum feststellen. Nach 2 Tagen läßt die Säuerung wieder nach, obwohl der Fisch festgefroren ist. Auch im Verlaufe der nächsten Tage schwanken die pH-Werte, ohne jedoch den Neutralpunkt zu erreichen.



Kurven Nr. 15, 16 — Schleie 1 und 2.

Versuch Nr. 26.

Fischmaterial: Schleie 2, am 25. Mai 1937 lebend gekauft, am gleichen Tage 11.30 Uhr getötet. anschließend die erste pH-Untersuchung.

Aufbewahrungsbedingung: Nach der ersten Untersuchung wurde der Fisch in den Gefrierraum des Gießener Schlachthofes gelegt, wo eine Temeratur von — 5 ° C herrschte.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 7,00
nach 3 Stunden	pH = 6,65
„ 24 „	pH = 6,60
„ 2 Tagen	pH = 6,84
„ 3 „	pH = 6,87
„ 4 „	pH = 6,78
„ 7 „	pH = 6,74

Hierzu Kurve Nr. 16.

Versuchsergebnis:

Trotz des Einfrierens gehen Reaktionsveränderungen vor sich. Die Temperatur von — 5 ° C kann den Säuerungsvorgang, den frischgetötete Fische durchmachen, nicht aufhalten. Ebenso vermag die Temperatur von — 5 ° C das Säuemaximum nicht konstant zu halten, dennn nach 24 Stunden nimmt die sauere Reaktion trotz des gefrorenen Zustandes wieder ab; der Neutralpunkt wird jedoch in 7 Tagen nicht erreicht.

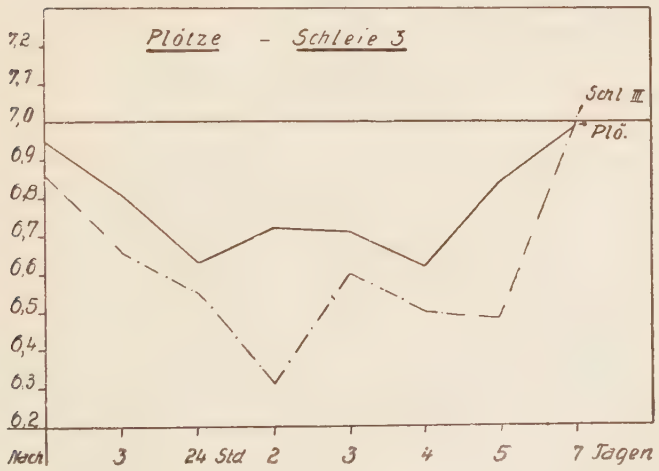
Versuch Nr. 27.

Fischmaterial: Plötze, am 19. Juni 1937 lebend gekauft, 12.30 Uhr am gleichen Tage getötet, 12.45 Uhr erste pH-Untersuchung.

Aufbewahrungsbedingung: Nach der ersten Untersuchung wurde der Fisch in einen Gefrierschrank gelegt, der eine Durchschnittstemperatur von — 10° bis — 12° C aufwies.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,95
nach 3 Stunden	pH = 6,81
„ 24 „	pH = 6,63
„ 2 Tagen	pH = 6,72
„ 3 „	pH = 6,71
„ 4 „	pH = 6,62
„ 5 „	pH = 6,84
„ 7 „	pH = 6,99 — Fisch aufgetaut,

Hierzu Kurve Nr. 17.



Kurven 17 und 18 — Plötze — Schleie 3.

Versuchsergebnis:

Gefrieren des Fisches bei — 10° C hält die in der Muskulatur vor sich gehenden Reaktionsvorgänge nicht auf. Selbst in einem fest

gefrorenen lebendfrischen Fisch tritt nach 24 Stunden eine Säuerung ein, die am folgenden Tage wieder an Intensität verliert. Nach Auftauen des Fisches am 7. Tage nähert sich der pH-Wert dem Neutralpunkt.

Am zweiten Tag wurde eine Agarplatte beimpft und bei Zimmertemperatur von + 18° C aufbewahrt. Keimwachstum konnte nicht festgestellt werden. Ebenso blieb eine am 5. Tag beimpfte Platte steril.

Versuch Nr. 28.

Fischmaterial: Schleie 3, am 19. Juli 1937 lebend gekauft, 12.15 Uhr am gleichen Tage getötet, 12.30 Uhr erste pH-Untersuchung.

Aufbewahrungsbedingung: Nach der ersten Untersuchung wurde der Fisch zur Aufbewahrung in einen Gefrierschrank mit einer Temperatur von — 10° C gelegt.

Ausgangs-pH-Wert	pH = 6,86
nach 3 Stunden	pH = 6,66
„ 24 „	pH = 6,55
„ 2 Tagen	pH = 6,31
„ 3 „	pH = 6,60
„ 4 „	pH = 6,50
„ 5 „	pH = 6,49
„ 7 „	pH = 7,00— Fisch aufgetaut.

Hierzu Kurve Nr. 18.

Versuchsergebnis:

Am Anfang der Untersuchungen reagiert der Fischmuskel schwach sauer; in den nächsten 24 bis 48 Stunden nimmt die Säuerung an Intensität zu. Nach 2 Tagen ist das Säuremaximum mit dem pH-Wert 6,31 erreicht. Am 3. Tag hat die Säuerung aber schon wieder an Intensität verloren. Nach Auftauen des Fisches am 7. Tag tritt sogleich ein Ansteigen der pH-Zahl ein. Die mit dem Ansteigen der Temperatur auftretenden Bakterien dürften den Anlaß zu der schnellen Reaktionsänderung geben.

Die am 2. und am 5. Tage beimpften Agrarplatten blieben bei Zimmertemperatur von + 18° C aufbewahrt steril.

Gesamtergebnis der Gruppe: 4 tiefgefrorene Fische.

Zwei Fische, die bei einer Temperatur von — 5 ° C, und zwei, die bei einer Temperatur von — 10 bis — 12 ° C aufbewahrt werden, zeigen, daß die fermentativen, biochemischen Vorgänge der Säuerung und pH-Wert-Schwankungen nicht aufgehoben sind. Bei jeglichem Fehlen der Bakterienvermehrung halten sich die pH-Werte im Bereiche der saueren Reaktion. In Versuch 28 ist durch das Einfrieren der Schleie der Eintritt des Säuremaximums um 24 Stunden verzögert.

D. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Die zur Untersuchung herangezogenen Fische wurden nach ihrem Frischezustand in 3 verschiedene Gruppen eingeteilt.

Gruppe 1: Lebendfrische Fische (lebend bezogene Süßwasserfische),
Gruppe 2: Frische bzw. blutfrische Fische (frische Ladenfische, Seefische),
Gruppe 3: Bereits verdorbene Fische,
Gruppe 4: Eingefrorene Fische (vier lebendfrische Süßwasserfische wurden getötet und sodann bei einer Temperatur von — 5° bzw. — 10° — bis — 12° C eingefroren).

Die pH-Messung wird ausschließlich mit dem Ionometer nach Lautenschläger ausgeführt.

Bei lebenfrischen Süßwasserfischen beträgt die pH-Zahl unmittelbar nach der Tötung im Mittel 7,0. Nach wenigen Stunden kann bereits die Säuerung der Fischmuskulatur nachgewiesen werden. Nach 24 bis 34 Stunden ist das Säuremaximum erreicht, das allerdings hinsichtlich seiner Intensität Schwankungen unterworfen ist. Die Intensität der Säuerung dürfte wie bei den Schlachttieren vom Lebendzustand der Fische (Aquariumhaltung, heftige Bewegung) unmittelbar vor dem Tode abhängig sein. Im Durchschnitt beträgt die pH-Zahl zur Zeit der stärksten Säuerung 6,25; die niedrigste pH-Zahl während der Säuerung wurde mit pH 5,41 festgestellt. Nach zwei Tagen ist wieder ein Ansteigen der pH-Werte zu verzeichnen, das während der folgenden Tage weiter anhält. Allerdings steigen die pH-Werte nicht gleichmäßig an, so daß — auf das Koordinatensystem übertragen — eine aufsteigende Linie zu erkennen wäre, sondern es treten Schwankungen auf.

Zwecks Feststellung des Verdorbenseins wurden ständig grobsinnliche Untersuchungen angestellt. Auf Grund dieser Untersuchungen kann ein Fisch mit einem pH-Wert zwischen 6,98 und 7,05 als eben noch genußtauglich gelten. Diese Feststellung trifft jedoch nur für lebendfrische Süßwasserfische zu. Bei grobsinnlich wahrnehmbarer

Fäulnis ist sowohl alkalische wie auch verschiedentlich sauere Reaktion vorhanden.

Faßt man die Ergebnisse der Gruppe 2 zusammen, so ist ein einheitlicher Verlauf der pH-Kurven nicht festzustellen. Bestimmte Grenzwerte hinsichtlich der Genußtauglichkeit lassen sich nicht feststellen. Verdorbene Fische können sowohl sauer als auch alkalisch reagieren.

Aus den Ergebnissen der Gruppe 4 ist zu ersehen, daß eine Temperatur von — 10 ° C die im Fischfleisch vor sich gehenden Reaktionsvorgänge nicht aufhalten kann. Es ist eine Zunahme der Säuerung wahrzunehmen (bis pH 6,3) und schließlich wieder eine Abnahme der Intensität der saueren Reaktion. Bei Gefriertemperatur gehen die Reaktionsvorgänge langsamer vor sich als bei Kühlhaustemperatur.

Die Frage der Brauchbarkeit der Wasserstoffionenmessung zur Beurteilung der Genußtauglichkeit von Fischfleisch kann auf Grund der Versuchsergebnisse dahin beantwortet werden, daß bei lebendfrischen Süßwasserfischen die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration unter gleichzeitiger Berücksichtigung des grobsinnlichen Befundes mit herangezogen werden kann. Bei dem pH-Werte 6,99 kann der als lebendfrisch bezeichnete Süßwasserfisch, der grobsinnlich untersucht noch einwandfrei erscheint, als eben noch genußtauglich gelten. Der Fisch ist aber schnellstens zu verwerten. Für den Karpfen liegen die pH-Werte im ganzen etwas niedriger; der Grenzwert für Genußtauglichkeit liegt bei ihm bei der pH-Zahl 6,86.

Die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration kann dagegen zur Genußtauglichkeitsbestimmung von Seefischen nicht herangezogen werden.

Die Ebersche Probe hat sich, wie auch im Schrifttum einheitlich berichtet wird, bei den Untersuchungen im Fischfleisch als unbrauchbar erwiesen; sie fiel manchmal schon zu Beginn der Untersuchungen positiv aus, manchmal war sie aber auch bei offensichtlich verdorbenen Fischen negativ.

E. Schlußsätze.

1. Süßwasserfische haben sofort nach der Tötung einen durchschnittlichen pH-Wert von 7,0, höchster Wert pH = 7,20- niedrigster Wert pH = 6,90.
2. Nach wenigen Stunden tritt eine Säuerung ein, das Säuremaximum ist durchschnittlich in 24 bis 34 Stunden nach der Tötung erreicht. Die tiefste Säuerung liegt zwischen pH = 5,41 und pH = 6,8.
3. Die Grenze der Genußtauglichkeit bei lebendfrischen Süßwasserfischen liegt auf Grund des grobsinnlichen Untersuchungsbefundes zwischen den pH-Werten 6,98 und 7,05, beim Karpfen liegt der Grenzwert bei pH = 6,86.
4. Bei sogenannten frischen oder blutfrischen Seefischen kann ein einheitlicher Verlauf der pH-Kurven nicht verzeichnet werden, ein pH-Grenzwert für den Eintritt der Fäulnis ist nicht festzustellen.
5. Fischfäulnis verläuft sowohl unter sauerer als auch unter alkalischer Reaktion.
6. Temperaturen von — 5 und — 10° C haben auf die Säuerung des Fischfleisches keinen Einfluß, höchstens wird der Eintritt des Säuremaximums verzögert.
7. Die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration kann für die Beurteilung der Genußtauglichkeit frischer Süßwasserfische mit herangezogen werden. Sie kann jedoch die Sinnesprüfung nicht ersetzen, sondern nur ergänzen.
8. Bei sogenannten frischen Seefischen kann die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration für die Genußtauglichkeitsprüfung nicht benutzt werden.
9. Die Ebersche Probe ist übereinstimmend mit früheren Untersuchungen für die Feststellung des Fäulniseintrittes nicht brauchbar.

Am Schlusse meiner Ausführungen ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Schlachthofdirektor Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller für die Überlassung der Arbeit und die mir dabei zuteil gewordene Hilfe zu danken.

F. Schrifttumsverzeichnis.

1. Andrejewski, Petro: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Z. f. Inf.Krh. d. Haust. 1928 Bd. 32, S. 89.
2. Becker, Georg: Eingehende Untersuchungen über die Erscheinungen der Fäulnis bei rohen Fischen. I. D. Hannover 1922.
3. Beller, Wedemann, Priebe: Untersuchungen über den Einfluß der Kühlhauslagerung bei Hühnereiern. Z. f. Fl. u. M. 1934 Bd. 44 Anhang.
4. Bischoff, Karl: Bakterienflora im Darm unserer Flußfische und ihre Beziehung zur Fischfäulnis. I.D. Berlin 1924.
5. Bleckmann, Hans: Die Wasserstoffionenkonzentration -pH- der Reh- und Hasenmuskulatur und die Bedeutung dieser Größe für die Wildbretuntersuchung. I.D. Gießen 1936.
6. Bongert, Jakob: Veterinäre Lebensmittelüberwachung. Berlin 1930. Verl. R. Schoetz.
7. Ferweda, S.: Über Fischuntersuchung. Tijdschr. v. Diergenesk. 1933. S. 505.
8. Fooy, I. P.: Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration als Mittel zur Beurteilung des Fleisches. Tijdschr. v. Diergenesk. 1931 S. 190. Ref. in Z.f. Fl. u. M. 1931 Bd. 41, S. 377.
9. Fuhrmann, Franz: Die Chemie der Nahrungs- und Genußmittel. Verl. Urban u. Schwarzenberg 1927.
10. Grüttner, Felix: Über die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration als Hilfsmittel zur Beurteilung des Fleisches. Z.f. Inf.Krh. d. Haust. 1929, Bd. 36, S. 287.
11. Herzner u. Mann: Studien über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Z.f. Unters. d. Lebensmittel 1926. S. 215.
12. Hintersatz: Über die Wasserstoffionenkonzentration im Fischfleisch und ihre Bedeutung für die Feststellung der beginnenden Fäulnis. B.T.W. 1931, S. 590.
13. Kallert, Eduard: Die Konservierung von Fleisch durch das Gefrierverfahren. Verl. R. Schoetz, Berlin, 1926.
14. Kälteverwendung: Auszug aus dem Jahresbericht 1933 des englischen Lebensmittelforschungsinstitutes in Cambridge. Ref. in Z.f.Ges. Kälteindustrie, 1934.
15. Keller, Hugo: Schüttelextrakte für die Untersuchung von Fleisch, eine Vereinfachung der Methodik. Deutsche Schlachthofzeitg. 1937, H. 10. S. 131.
16. Kayser, W.: Neue Untersuchungen über die bakterielle Zersetzung der Fische. B.T.W. 1937, Nr. 5.
17. Lehr: Über Beziehungen zwischen Dauer der Fangreise eines Fischdampfers und Qualität der angelandeten Fische. B.T.W. 1937, S. 367.
18. Derselbe: Die Forschungsarbeiten des Arbeitsausschusses für Erforschung in der Fischwirtschaft. Ref. v. Lücke. Z.f. Kälteindustrie. Jg. 29, H. 7/8.
19. Lenfeld, J.: Zur Charakteristik der postmortalen Veränderungen des Fleisches gesunder, kranker, verendeter Tiere. Z.f. Inf.Krh. d. Haust. 1928, Bd. 36, S. 44.
20. Makaritscheff, G. A.: Der Versuch einer biochemischen Fleischuntersuchung nach der Methode von Andrejewski. Z.f. Inf.Krh. d. Haust. 1930, Bd. 37, S. 52.

21. Messner, H.: Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis in der praktischen Lebensmittelkontrolle. (Prager Archiv für Tiermedizin VII, A, 1928). Ref. in Z.f.Fl. u. M. 1928, Bd. 89, S. 69.
22. Möller-Rievel: Fleisch und Nahrungsmittelkontrolle. Bd. 2, 1923. Hannover M. u. H. Schaper.
23. Müller: Welche Maßnahmen sind zur Erweiterung des Fischhandels und zur Steigerung des Fischkonsums nötig? Z.f. Fl. u. M. 1904, Jg. 14, S. 367.
24. Van Oyen: Die kolorimeterische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration -pH- des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe für die Beurteilung des Fleisches. Z.f. Fl. u. M. 1933, Bd. 43, S. 449.
25. Poluektoff: Die Anwendung der biochemischen Methoden von Andrejewski zur Feststellung der Verdorbenheit des Fischfleisches. Z.f. Fl. u. M. 1933, Bd. 43, S. 121.
26. Postolka: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Fleischhygiene. Verl. W. Braumüller, Wien u. Berlin, 1922.
27. Raebiger: Die sanitätspolizeiliche Kontrolle des Verkehrs mit Fischen und einige Mitteilungen aus der Fischbiologie. Z.f. Fl. u. M. 1927, Bd. 37, S. 406.
28. Schlie, Kurt: Über die Totenstarre bei Seefischen und ihren Zusammenhang mit der beginnenden Fäulnis. Die Kälteindustrie, Hamburg, 1934, Jg. 31.
29. Schönberg, F.: Fische und Fischfleisch, warum sind sie schlechter haltbar als Fleisch schlachtbarer Haustiere? Z.f. Fl. u. M. 1932, Bd. 42, S. 201.
30. Derselbe: Gibt es eine durch Autolyse hervorgerufene Zersetzung des Fischfleisches? B.T.W. 1931, Nr. 5.
31. Derselbe: Fischfäulnis durch Bakterien verursacht, keine Autolyse. B.T.W 1931, S. 65.
32. Derselbe: Über den Stamm X-Bakt. phosphorescens und seine Bedeutung für die Entstehung der Fischfäulnis. B.T.W. 1937, S 186.
33. Schönberg u. Wundram: Tierärztliche Lebensmittelüberwachung. 1937, Verl. R. Schoetz, Berlin.
34. Strauß: Beobachtungen und Betrachtungen bei der Ausübung des Frühdienstes am Fischereihafen in Wesermünde. B.T.W. 1937, Nr. 14.
35. Weichel: Der Nachweis der Fäulnis bei zubereitetem Fleisch. Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. Bd. 41, 1915, S. 322 bis 372.

Lebenslauf.

Am 14. Dezember 1912 wurde ich, Norbert Josef Rudolf Freericks, zu Meschede in Westfalen als ältester Sohn des Fabrikanten Heinrich Freericks und seiner Ehefrau Maria geb. Goder geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule in Neuß ging ich Ostern 1923 auf das staatliche Quirinus-Gymnasium in Neuß, wo ich am 10. März 1933 die Reifeprüfung ablegte. Seit dieser Zeit widmete ich mich dem Studium der Veterinärmedizin. Im Sommer-Semester 1933 wurde ich an der Universität in München immatrikuliert. Dort bestand ich nach vier Semestern im Februar 1935 die tierärztliche Vorprüfung. Das fünfte Semester verbrachte ich noch in München. Ich studierte dann weiter zwei Semester an der tierärztlichen Hochschule in Hannover und zwei Semester an der Universität in Gießen. Hier bestand ich am 8. Dezember 1937 die tierärztliche Fachprüfung. Anschließend war ich drei Monate am Schlacht- und Viehhof in München-Gladbach in der Fleischbeschau tätig.